إدارة الإنتاج والعمليات

نظم التصنيع المعاصرة والمتكاملة (CIMs)

Production and Operations Management



تأليف

الأستاذ الدكتور

حكمت رشيد سلطان

الأستاذ المساعد الدكتورة

هنار إبراهيم أمين بامرني

إدارة الإنتاج والعمليات

نظم التصنيع المعاصرة و المتكاملة (CIMs)

الطبعة الأولى
1443هـ - 2022م

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2021/4/2142)

670,285
سلطان ،حكمت رشيد
إدارة الإنتاج والعمليات نظم التصنيع المعاصرة والمتكاملة CIMs/ حكمت رشيد سلطان، هنار ابراهيم أمين :– عمان: شركة الأكاديميون للنشر والتوزيع ،2021
() ص .
ر.إ.:2021/4/2142
الواصفات:/نظم التصنيع//إدارة الإنتاج//تطبيقات الحاسوب//النظم المعاصرة/

- يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى .

ISBN : 978-9923-27-088-2

شركة دار الأكاديميون للنشر والتوزيع
المملكة الأردنية الهاشمية
عمان – مقابل البوابة الرئيسية للجامعة الأردنية
تلفاكس : 0096265330508 / جــوال : 00962795699711
E-mail: academpub@yahoo.com

إدارة الإنتـاج والعمليـات

نظـم التصنيـع المعاصـرة و المتكاملـة (CIMs)

تألـيف

الأستاذ الدكتور

حكمت رشيد سلطان

الأستاذ المساعد الدكتورة

هنار إبراهيم أمين بامرني

شركة دار الأكاديميون للنشر والتوزيع

قال تعالى: (وَمَا أَرْسَلْنَا مِن قَبْلِكَ إِلاَّ رِجَالاً نُّوحِي إِلَيْهِمْ فَاسْأَلُواْ أَهْلَ الذِّكْرِ إِن كُنتُمْ لاَ تَعْلَمُونَ {43/16})

صدق اللـه العظيم

النحل: 43

الاهداء..

الى .... زوجتي......... أولادي

ما يكمن في دواخلنا اكثر بكثير مما نكتبه

سأتوقف عند كلمة احبكم ....

د. حكمت

الى روح والدي الطاهرة رحمه الـلـه..... فخراً واعتزازاً

د. هنار

المقدمة..

يكتسب حقل التصنيع عامة والتصنيع المتكامل بواسطة الحاسوب (CIMs) خاصة أهمية متزايدة من قبل الكتاب والباحثين والأكاديميين والعاملين في القطاع الصناعي، فضلاً عن مؤسسات التعليم العالي والشركات والمؤسسات بشكل عام. إن السبب الرئيسي في اكتساب هذه الأهمية يعود إلى التغيير والتعقيد العالي للمتغيرات في البيئة الصناعية التي تعمل فيها هذه الجهات وفي الوقت ذاته فأن خصائص هذه البيئة تحتاج إلى الإبداع والابتكار المستدام لكسب حصة سوقية اكبر وتحقيق هيمنة صناعية وبالتالي قوة اقتصادية .

إن البقاء والنمو والنجاح والتفوق يتطلب قدرة تقنية ومعلوماتية عالية في امتلاك تصنيع حضاري يعمل في بيئة آمنة، فضلاً عن مرونة الموارد داخلياً وسلامة البيئة خارجياً.

لقد تعاظم دور (CIMs) بعد إدراك الجهات ذات العلاقة أن بناء الميزة التنافسية وإدامتهاوتحقيق السيادة الصناعية يعتمد اساساً على المستوى الذي تمتلكه المؤسسات والشركات من المعرفة في مجال التصنيع بكل أبعاده، وتفعيل أدواته ومفاهيمه المعاصرة وبما يتناسب والبيئة التي تعمل فيها من جهة، وطبيعة الصناعة ومستوى المنافسة من جهة أخرى،إن التصنيع المعاصر (نظم التصنيع المعاصرة والمتكاملة بواسطة الحاسوب) هو قرين اقتصادي متطور وقوي قادر على مواجهة التهديدات الخارجية اياً كان مصدرها.

ومع وصول القرن الواحد والعشرون بدأت النظم المعاصرة والمتكاملة بواسطة الحاسوب تأخذ مكانها في جميع القطاعات الصناعية والتي تقود إلى تحقيق مزايا تنافسية.

ومن هنا فأن على كل من يبحث عن (النمو ، التفوق، النجاح، الهيمنة الصناعية) بتبني المفاهيم الحديثة في الصناعة وتهيئة الظروف الملائمة في تفعيل أوراق ومتطلبات هذه النظم.

الفصل الأول

نظم التصنيع المتكاملة بالحاسوب

Computer Integrated Manufacturing

Systems (CIMs)

الفصل الأول

نظم التصنيع المتكاملة بالحاسوب

Computer Integrated Manufacturing Systems (CIMs)

تمهيد:

لعبت التكنولوجيا الدور المهيمن في نمو الإنتاجية لمعظم الدول وقدمت الميزة التنافسية للشركات التي تبنتها في وقت مبكر ونفذتها بنجاح. في حين أن كل من تقنيات التصنيع والمعلومات هي أداة قوية في حد ذاتها ويمكن اعتمادها بشكل منفصل ، وتنمو فوائدها بشكل كبيرعندما يتم دمجهم مع بعضهم البعض، فالسمة التي يتسم بها التصنيع في الألفية الجديدة بأنه يتجه نحو المزيد والمزيد من التطور في استغلال قدرات الكمبيوتر

والأجهزة والبرامج،لذا فأن التركيز على نظم التصنيع بمساعدة الحاسوب CIMتعد بمثابة الحل لمواجهة هذه التحديات، و سيتم مناقشة وشرح مفردات هذه النظم في الفصل الحالي من هذا الكتاب.

أولاً / نشأة نظم التصنيع المعاصرة:

يمكن وصف أي عمل إنتاجي بوساطةٍ ما يسمى «منظومة التصنيع» Manufacturing System بأنه مجموعة متكاملة من العناصر تشمل العمال ووسائل الإنتاج ومعدات المناولة وغيرها من الأجهزة المساعدة. تعالج منظومة التصنيع مواد الإنتاج (المواد الخام) لإنتاج منتجات مفيدة تؤدي مهامَّ معينة طبقاً لمتطلبات المستهلكين واحتياجاتهم ورغباتهم، تطورت منظومات التصنيع تطوراً كبيراً بالتوازي مع التطور الهائل في البُنى الصلبة hardware للمنظومات الحاسوبية والبرمجية ومنظومات الاتصال، وكاستجابة للنمو السريع للطلب على المنتجات الصناعية، تم تطوير عدة أساليب للإنتاج الكميMass Production ولكن مع ازدياد الرغبة في تنويع المنتجات الصناعية تحول الإنتاج مرة أخرى من إنتاج ضخم إلى إنتاج على صورة دفعات متوسطة أو صغيرةPatch Productionوفي الثمانينات من القرن الماضي أجبرت المنافسة العالمية الشرسة الشركات الصناعية على تبني أسلوب يقوم على الإنتاج السريع مع استخدام الحد الأدنى من الممكن من حجم المخزون من الخامات، والقطع شبه المصنعة، وهذا

جعل المنافسة في عالم اليوم تعتمد على الآلية Automation مع الحفاظ على مرونة الإنتاج في نفس الوقت، والإنتاج بجودة عالية وبأسعار مناسبة، وكان من الواضح أن الحل يكمن في التصنيع المدعم بالحاسوبCAMعلى المستوى المباشر لخط الإنتاج، ولكن بالطبع على المستوى الكلي والشامل لعملية التصنيع فإن الحل يكمن في استخدام التصنيع المتكامل بالحاسوبCIM.

ظهرت نظم التصنيع بمساعدة الحاسوب CIMمع بداية ظهور الحاسوب في بداية الثمانينات ،وأول من كتب عن هذا المصطلح هو (Harrington،1979) في كتابه (التصنيع المتكامل بالحاسوب)، وفي العام 1980 أوجدت جمعية المنظومات الحاسوبية والأتمتة ونقابة المهندسين الصناعيين تعريفاً متطوراً للإنتاج عدّ بداية التحول إلى الإنتاج المتكامل بمعونة الحاسوب، ويبين الشكل رقم (1) مراحل تطور عمليات الإنتاج وصولاً إلى الإنتاج المتكامل بمعونة الحاسوب.

1997	تطور التصنيع العالمي المعتمد على الإنتاج المتكامل الافتراضي بمساعدة الحاسوب
1990	مبدأ الإنتاج المتكامل الافتراضي بمساعد الحاسوب
1980	استخدام الأنظمة المتطورة في الإنتاج مثل CIM، FMS، CAQC،CAPP،CAM
1970	التطور في التصميم بمساعدة الحاسوب ، التصنيع بمساعدة الحاسوب، ظهور مبدأ التصنيع بمساعدة الحاسوب.
1955	التصميم بمساعدة الحاسوب، التصنيع الرقمي الحاسوبي، التصنيع الرقمي المباشر.
1950	التطورات الأولية على التحكم الرقمي في الحاسوب.
1930	أنظمةالإنتاج الكمي الكبير.
1900	أنظمةالإنتاج الكمي.
1750	المكننة وبداية أنظمة التصنيع.
1600	الصناعي الماهر.

الشكل (1)

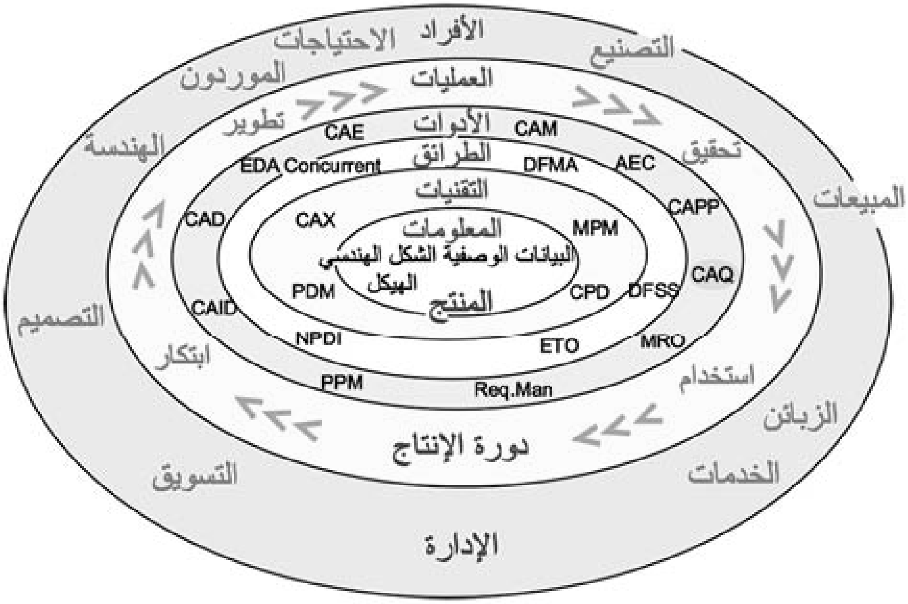
تطور عمليات الإنتاج وصولاً إلى التصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب.

ثانيا/ مفهوم التصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب

هناك العديد من التعاريف ل CIM التي تؤكد على جوانب مختلفة منها؛ فلسفة، أداة إستراتيجية، العملية، هيكلية المنظمة، شبكة نظم الكومبيوتر، او التكامل التدريجي للأنظمة الفرعية، فالتصنيع بالحاسوب والتصنيع بمعاونة الحاسوب والتصنيع باستخدام الحاسوب كلها مرادفات لمعنى واحد أطلق عليه باللغة الإنجليزية Computer Integrated Manufacturing الذي يختصر إلى الحروف CIM.توفر هذه التكنولوجيا الوقت والتكلفة في الإنتاج والتسويق وذلك بتحويل تصميمات الحاسوب إلى نموذج مادي دقيق للغاية كما تسمح بعمل المنتجات النهائية الاستخدامية خاصة ذات التفاصيل

الدقيقة المعقدة بشكل سريع ، ويتضمن هذا المجال الآخذ في النمو والانتشار في كافة مجالات الإنتـاج، الاستفادة من تقنيات الحاسب في توجيه أنواع من الماكينات رقميا أو أوتوماتيكيا لإنتاج منتجات تتميز بالدقـة بـسرعة عاليـة. وبمـساعدة نظـامي التـصميم بمـساعدة الحاسـوب CAD والتـصنيع بمـساعدة الحاسـوب CAM اللـذان يتيحـان فى تكـاملهما معـا بفـاعليتهما في إتاحـة الفرصـة للـصناعة الهندسـية للوصول إلى أعلى مواصفات التصميم والتصنيع الهندسي ، وفى نفس الوقـت تحقيـق أهـداف الإنتـاج ، وهناك العديـد مـن الـصناعات التـي اسـتفادت مـن التقـدم المـذهل في هـذا المجـال، وتعتـبر صـناعة السيارات أولى الصناعات التي استخدمت تقنيات CAD/CAM والتي أدركت فى مرحلة مبكرة انـه مـن الممكن نشر المزايا الخاصة بتوفير الجهد والنفقات الناتجـة عـن اسـتخدام CAD/CAM إلى الـشركات ذات الأحجام الصغيرة ٠ وفى الواقع انه يمكن التأكيد بان نظـامCAD/CAMمـن أهـم العوامـل التقنيـة التــى أدت إلى إحــداث تغـيرات جذريــة في الإنتــاج في نهايــة هــذا العقــد ، ووفقــا لمــا يــشير إليــه المصطلحCAD/CAMفأنه يعنى استخدام تجهيزات الكمبيوتر بهـدف تحقيـق تكامـل جميـع عمليـات الإنتاج في نظام شامل للتصنيع وهوCIM، وتستخدم أنظمة الكمبيـوتر في الوقـت الـراهن عـلى نطـاق واسع في الصناعات الهندسية بالنسبة للتصميم وتصنيع العديـد مـن المكونـات ، والهـدف الأول لهـذه المجموعة من المفاهيم استخدام تكنولوجيا الكمبيوتر المتاحة بهـدف مـساعدة المـصممين والـصناع في أداء المهـام. وبوسـع المـصممين أن يحـددوا أجـزاء الـشكل بـصورة مفـصلة ، وكـذلك تحليـل الإجهـاد والانحراف واختيار الأفعال الميكانيكية وإعداد الرسوم الهندسية من النظام، ويلاحظ أن اسـتخدام الكمبيوتر في إعداد التصميمات الأولية للحصول على منتجات جديدة يفسح المجال نحو اسـتثمار ثروة من البيانات الأصلية التي تم تحديدها في هذه المرحلة من التصميم ، مع توافر المقدرة على نقل البيانات الرقمية عبر برنامج التصميم بالكمبيوتر إلى البرامج الأخرى الخاصة بالإنتاج والتصنيع ، بحيث يؤدى ذلـك إلى إمكانيـة تحـسين الكفـاءة الكليـة في العمليـات الممتـدة مـن التـصميم إلى التصنيع بصورة ملموسة، كما ويعد هذا المزيج من التكنولوجيا أعلى مـستويات التـصنيع تقـدماً، فـالمنتج يـتم تـصميمه وفقـاً لهـذا النظـام باسـتخدام الحاسـوب الآلي ويـتم إنتاجـه دون تـدخل

العنصر البشري، كما أن الانتقال من منتج إلى آخر ومن تصميم إلى آخر يـتم بمنتهـى الـسرعة والدقـة، كما يترتب عليه تحقيق معدلات كفاءة وجودة عالية، ولكن يجب الأخذ بنظر الاعتبار ان هذه الكفاءة والجودة العالية لن تتحقق إلاإذا حدث نوع من التكامل بين الأنظمة الفرعية المكونـة للنظـام بحيـث تعمل معا وفي نفس الوقت، لذا فمن خلال إعطاء الفكرة ومحاولة الكشف عن هذه الـنظم المعـاصرة فيمكن تعريف نظم التصنيع المتكامل بمـساعدة الحاسـوب بأنـه تطبيـق متكامـل بـاعتماد الحاسـوب الالكتروني والأنظمة المساعدة الأخرى في اتخاذ القرار بغية إدارة كافة العمليات الإنتاجية مـن تـصميم المنتوج مروراً بعمليات التصنيع حتى توزيـع المنتـوج، عـلى أن يتـضمن إدارةالإنتـاج والمخـزون وإدارة الموارد المالية،ويبين الشكل (2) التقنيات المختلفـة بمـساعدة الحاسـوب وعلاقتهـا ضـمن مخطـط إدارة دورة الإنتاج.



الشكل (2)

التقنيات المختلفة بمساعدة الحاسوب ضمن مخطط إدارة دورة الإنتاج

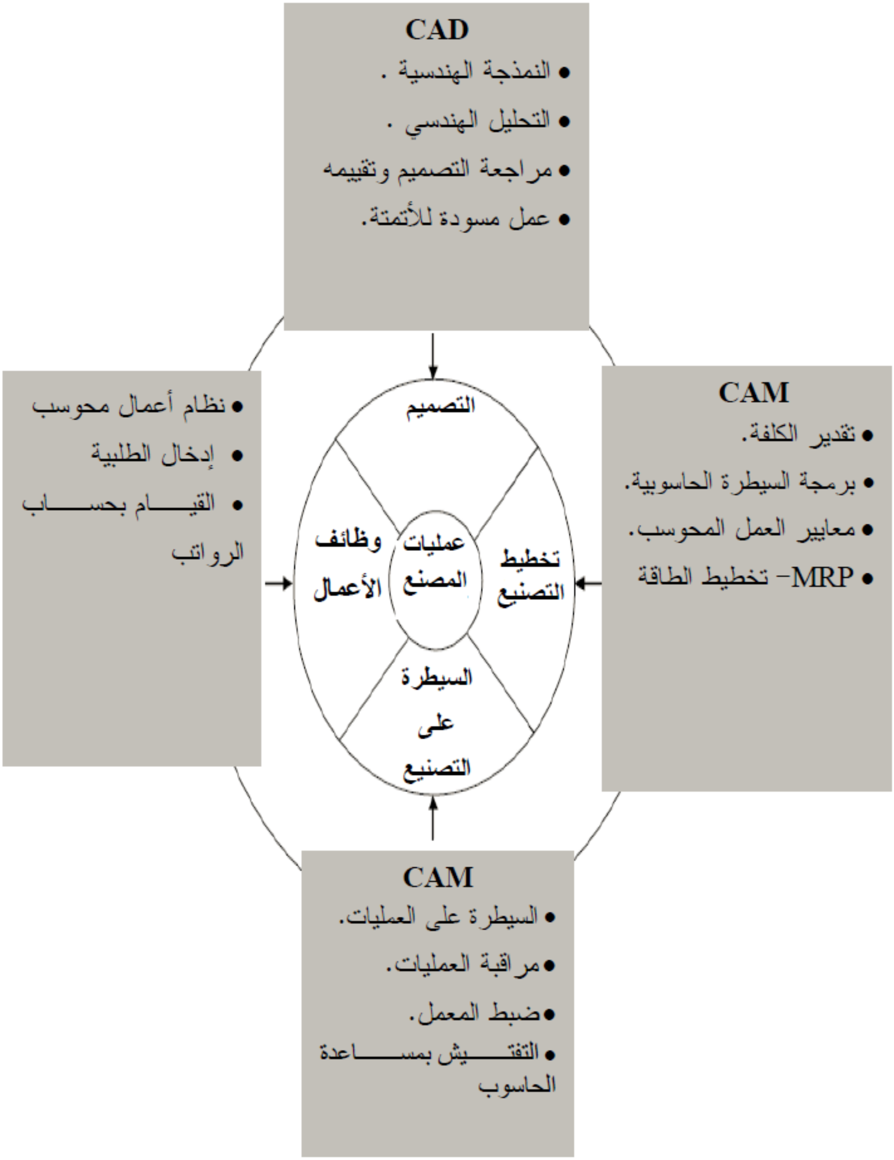
وتعرفCIMsايضاً على انها فلسفة إدارية يتم فيها تنسيق مهام التصميم والتصنيع وربطها بشكل منطقي، وذلك باستخدام الحاسوب وتقنيات الاتصال والمعلومات.

كما يشير إليه على انه سلسلة من الإجراءات والعمليات والأنظمة المترابطة والتي تعد محاكاة للواقع الفعلي للمنظمة، والمتضمنة اختيار المواد الأولية وتخطيط الإنتاج والمطابقة مع المواصفات المتبعة عليها، واعتماد معايير الجودة العالمية وإدارة التسويق والتوزيع.

أن نظم التصنيع المتكاملة بمساعدة الحاسوب لا يعد أسلوباً لمعالجة البيانات أو انه مجرد تجميع لأنظمة مستقلة فقط، وإنما هو أسلوب جديد لمعالجة مشاكل الإنتاج وفق إجراءات منطقية وفي إطار النظرة المتكاملة لطبيعة العلاقات البيئية والتفاعلات بين إداراتوأقسام المنظمة الصناعية.

كما ويعرف بأنه النظام الذي يدخل تحت مظلته تكامل تصميم وهندسة المنتج وعمليات التخطيط والتصنيع بمساعدة أنظمة الحاسوب المعقدة، ولذلك هو تكنولوجيا تضم التصميم والإنتاج معا يطلق عليه مصنع المستقبل(Factor Future)حيث أنه يعتمد على تطبيق آليات الاتصال المتكاملة والمرئية والمكتوبة بـأنظمة الحاسوب.

ويمكننا القول بأن التصنيع المتكامل بالحاسوب هو فلسفة إدارية يتم فيها تنسيق مهام التصميم والتصنيع وربطها بشكل منطقي وذلك باستخدام الحاسوب وتقنيات الاتصال والمعلومات. يشير مصطلح "التصنيع المتكامل بالحاسوب" إلى طريقة في التصنيع وفيهما يتم تنظيم الهندسة الفردية والإنتاج والتسويق ووظائف دعم التصنيع داخل المؤسسة، كما أنه اسم لنظام مؤتمت بالحاسوب كما موضح في الشكل (3) الذي يبين فيه العناصر المحوسبة للتصنيع بمساعدة الحاسوب .



الشكل (3)

العناصر المحوسبة للتصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب

في نظم التصنيع المتكاملة بالحاسوب تربط المجالات الوظيفية كالتصميم والتحليل والتخطيط، والمشتريات ومحاسبة التكاليف ومراقبة المخزون والتوزيع باستخدام الحاسوب مع الوظائف الفعلية للمصنع مثل معالجة المواد وإدارتها وتوفير المراقبة المباشرة ورصد جميع العمليات، ويقتضي النظام توفر جهازين على الأقل من أجهزة الحاسوب لتبادل المعلومات، على سبيل المثال وحدة التحكم الخاصة بذراع الروبوت ووحدة تحكم صغيرة في جهاز الحاسوب، ويمكن القول ان الهيكل الهرمي لإدارة التصنيع المتكامل بمساعد الحاسوب ينقسم إلى أربعة مستويات تتوافق مع مستويات صنع القرار في البيئة الصناعية وهي:

- **المستوى الرابع (مستوى المؤسسة الصناعية)**: المستوى الأعلى للهرم، وهو أعلى مستوى لاتخاذ القرار، وفي هذا المستوى يتم تخطيط الإنتاج العام، وإدارة المنتج والمخزون، والإمداد، وإدارة خدمة العملاء، وإدارة الطلبات والتسليم عن طريق وضع العتبات العليا والدنيا لجميع برامترات العمليات الجارية في المؤسسة وتسلسل الأولويات، وطريقة إدارة المخاطر.

- **المستوى الثالث (مستوى المصنع):** إدارة المنتجات في أقسام الإنتاج المختلفة بطريقة دقيقة ومراقبة تنفيذ الخطوات العملية للإنتاج، التعليمات الخاصة بإنجاز عمليات المناولة وإدارة الدفعة، تحصيل المعلومات والمعطيات الخاصة بالإنتاج والآلات بالوقت الحقيقي ومن ثم ربطها بالمستوى الأعلى.

- **المستوى الثاني (مستوى خطوط الإنتاج أو/و الخلايا):** أوامر منظومة الأتمتة، التحكم بنقل المواد وحركتها، التحكم بتسلسل عمليات التصنيع، مراقبة حسن سير العمل.

- **المستوى الأول (مستوى الآلة):** حالة الحساسات وأوامر المحركات الخاصة بالتحكم بالآلة المبرمجة، وبالروبوت، وبالعربة الناقلة، وبالمؤتمتات المنطقية المبرمجة.

إن نظم التصنيع المتكاملة بمساعدة الحاسوب CIM لا يعني استبدال المورد البشري بـالآلات أو الحواسيب من أجل خلق عمليات تصنيع مؤتمتـة بـشكل كامـل. لـيس بالـضرورة أن يـتم بنـاء مـصنع مؤتمت بشكل كامل كتطبيق لنظام CIM لشراء نظم تصنيع آلية ذات كفـاءة عاليـة مـن أجـل تحـسين معايير حيث أنه من غير الحكمة أن نضع استثماراً ضخم الشراء نظم تصنيع آلية ذات كفاءة عالية من أجل تحسين معايير التصنيع إذا كان تنافسية الشركة ليست في هذا المجال. في هذه الحالة فـإن معـايير تصميم منتجات مبدعة وحسب الطلب تعتبر أكثر أهميـة مـن قـدرة الإنتـاج عـلى الفـوز في المنافـسة ضمن السوق، إلا انه يجب أن نؤكد على أهمية الدور البشري حيث يقوم الإنسان بـدور هـام جـدا في تصميم وتطبيق ال CIM على الرغم من التطور الكبير في تطبيقات الحاسوب والذكاء الصناعي.

ومما تجدر الإشارة إليه إلى انه نظم التصنيع المتكاملة بالحاسوب ليس هو تقنية محددة يمكن شراؤها، ولكـن في الحقيقـة يـشكل هـدفاً اسـتراتيجيا مـن أجـل الوصـول إليـه وهنـاك مجموعـة مـن النشاطات يمكن للمنظمة الـصناعية العمـل تـدريجياً مـن اجـل الوصـول إليـه وهنـاك مجموعـة مـن النشاطات والتقنيات والمعدات اللازمة للوصول إلى هذا الهدف، وقد ظهرت هـذه الأنظمـة بنـاءا عـلى ثلاث متغيرات رئيسية هي:

1. التغير السريع في مقاييس الأداء حيث تطور الأداء بشكل كبير من حيث فلسفته ومقاييـسه ، حيث تطور الأداء من الاقتـصادي إلى الإنتاجيـة إلى المـالي إلى ألمنظمـي إلى الاسـتراتيجي ، ومـا دام العالم يستخدم أنظمة إدارية متقدمة في الأداء فان هذه النظم تلبي متغيرات هذا المؤشر .

2. ظهور متغيرات جديدة لإدارة الجودة حيث تركـز معظـم فلـسفات الجـودة الجديـدة عـلى مراقبة العمليات الإنتاجية والخدمية ابتداء من المدخلات إلى المخرجات عكس النظم التقليديـة التـي تركز قسم منها على المدخلات والقسم الآخر على المخرجات والعمليات أمـا نظـم الحديثـة في الجـودة فإنها تركز على المدخلات والعمليات والمخرجات إضافة إلى جودة علاقة المنظمة بالبيئة .

3. تحولت المنظمات من نظام المعلومات إلى إدارة المعرفة ، حيث أن التحول في اتخاذ القرارات ليس باعتماد نظام المعلومات وقاعدة المعلومات فحسب وإنما عن طريق عمليات إدارة المعرفة بسب تسارع التغيرات في البيئة، وفي ضوء ذلك أصبحت المعلومات الإدارية غير اقتصادي في ضوء التسارع البيئي والتعقيد البيئي فضلا عن معدل دوران المستهلك التي ظهر بالازدياد في الفترة الأخيرة .

ثالثاً / أهميةوأهداف التصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب

تبرز أهمية نظم التصنيع بمساعدة الحاسوب من خلال أنظمته التي سنتناولها لاحقاً، والتي تؤدي إلى:

1- توفير الاحتياجات من المواد بالكميات والأوقات المحددة وبالنوعية المطلوبة.

2- الإيفاء بمتطلبات العملية الإنتاجية.

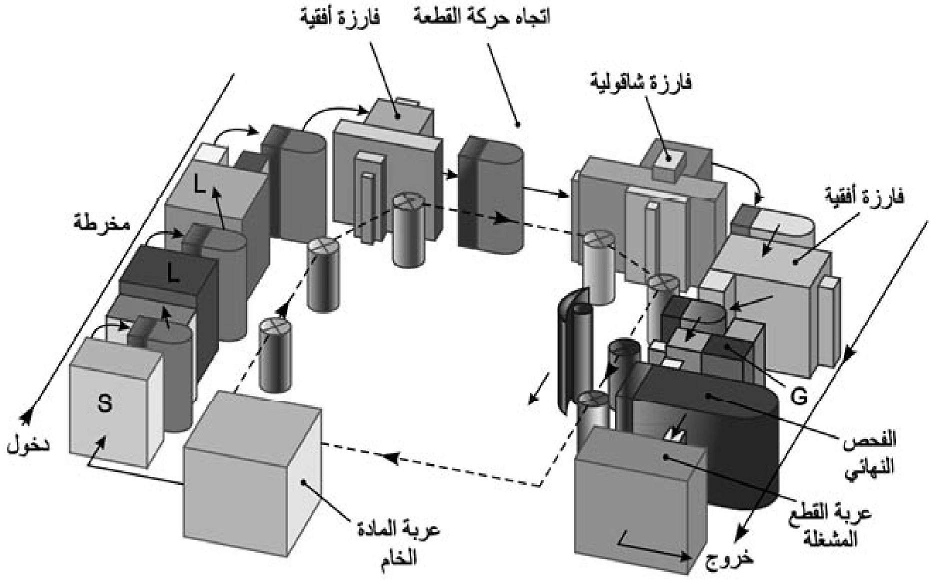
3- تسهيل انسياب الأعمال من خلال الحصول على المعلومات من مختلف الجهات ذات العلاقة بالعملية الإنتاجية في المصنع.

4- الإيفاء بمتطلبات المستهلك.

أما بصدد أهداف تطبيق التصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب فانه يهدف إلى إيجاد صيغة مبنية على تكامل العمل بين مجموع شركات الصناعات باستخدام المنظومات المتكاملة ونظم نقل المعطيات،واعتماد فلسفة الإدارة الحديثة التي تعمل على تحسين مقدرة المؤسسة وزيادة مردودية الموظفين، ويمكن في الوقت الراهن تحقيق ما يسمى الإنتاج العالمي المعتمد على الإنتاج المتكامل بمساعدة الحاسوب الافتراضي.

في التصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب، ترتبط المهام الوظيفية (التصميم, التحليل التخطيط، عمليات التصنيع والتحكم) حاسوبياً بالوظائف الإدارية في المصنع (إدارة مناولة المواد، توفير السيطرة المباشرة ومراقبة جميع العمليات، شؤون العاملين، التسويق والتمويل) بغرض تحقيق الأداء الأمثل من ناحية الإنتاجية الكلية للمنظومة ممثلة في كل عناصرها، مثل زمن الإنتاج، واستغلال مكنات الإنتاج.

فضلاً عن ان التصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب يعد مثالاً تطبيقياً لتقنيات نقل المعطيات والاتصالات في الصناعة، فمن أجل تنفيذ خلية تصنيع مرنة مثلاً - بوصفها شكلاً من أشكال الإنتاج المتكامل بمساعدة الحاسوب - لابد من توفر حاسوبين على الأقل، أحدهما للتحكم بذراع روبوت المناولة والتخزين، والثاني خاص بآلة التشغيل الرقمية المبرمجة، وبينهما شبكة لنقل الأوامر ومعطيات الداخل والخارج إلى الخلية لضمان استمرار العمل، ويبين الشكل (4) وحدة إنتاج متكامل بمساعدة الحاسوب مؤلفة من وحدة تخزين للمادة الخام، وعدد من مكنات التشغيل، ومنظومة فحص المنتج وإنهائه وتسليمه، حيث تنتقل المشغولة خلال مراحل دورة الإنتاج بنظام مناولة مؤتمت.



الشكل (4)

وحدة إنتاج متكامل بمساعدة الحاسوب

رابعاً / مزايا استخدام التصنيع المتكامل بالحاسوب

1- **التصميم الأمثل:Optimum Design**ظهر بشكل واضح انه من أهم المزايا الملموسة للغاية عن طريق تطبيق نظام CAD/CAM المقدرة على التوصل إلى التصميم الأفضل أو الأمثل بصورة فعلية وكذلك إجراء التبادلات اللازمة فى وقت اقصر وتكاليف اقل ، والهدف النهائي هو التوصل إلى تحكم كامل للكمبيوتر على أنظمة الإنتاج والتصنيع ٠ بحيث تسيطر المواصفات المحددة والمعايير الصناعية الثابتة على بناء المنتج بحيث يخرج للعالم منتجا متكاملا تمت السيطرة على كل جزيئاته وعناصره.

2- **تصميم المنتجات والنظم المعقدةComplex Design**:إن حل معظم مشاكل التصميم المعقدة والمتعددة البيانات لا يمكن التعامل معها بسهولة إلا باستخدام الحاسوب الآلي٠ وتتطلب الحسابات الفنية لتصميم المنتجات المعقدة أو حتى بعض المنتجات البسيطة تناول كما هائلا من المعلومات والاعتبارات التي قد تتضمن قدرا كبيرا من حسابات معقدة لمقاومة الخامات للضغوط الميكانيكية والتحميل والاجهادات ومدى استجابة الخامة لعمليات التشغيل المتتابعة ثم استجابتها لأنواع الاستخدام فيما بعد ظهور المنتج النهائي.

3- **سهولة تطوير وتحسين جودة المنتجWell-developed design**:

تبدأ العمليات الإنتاجية وتحديد مواصفات الجودة لمنتج ما مبكرا جدا في مراحل التصميم الأولى. فعند عملية التصميم يحدد المصمم العناصر التي سيتعامل معها والرموز والأجزاء القياسية التي سيتداولها. ثم يكون عليه أن يخزنها لتكون دائما في متناوله لكي يسترجعها في أي وقت بسرعة فائقة ليستخدمها في أي رسم جديد أو تصميم جديد أو حتى في تعديل التصميم القائم.

4- **الاستخدام الأمثل للمواردOptimum use of resources**:

يتيح الحاسوب إمكانية ترشيد استخدام الموارد من الخامات والمكونات والطاقات المتاحة والمطلوبة للتصميمات الهندسية والصناعية. فيمكن له من خلال قاعدة البيانات الموجودة لديه عن كافة أجزاء منتج ما أن ينتج قوائم الخامات وقوائم ومعايير ومحددات مراقبة الجودة وأساليب الاختبار ومعداتها، استحداث برامج

تراقب مناطق الاتصال والتداخلات بين الأجزاء وتحلل البناء الهيكليStructure وتجرى تقييما مستمرا للمساحات والحجوم والأوزان لأي جزء من أجزاء المنتج تحت التصنيع وتأثير ذلك على بناء المنتج الكلي،حساب ملائمة الخامات المختارة للأحمال والإجهادات التي قد تطرأ على الخامات في أثناء عمليات التشغيل التي وقع الاختيار الفعلي عليها أو عند الاستخدام الفعلي للمنتج وإظهار تأثيرها على الجزء المصمم، حيث يمكن مراجعتها.

5- **الملائمة المكانية والحيز المحدودLimited Space requirements:** ماكينات التشغيل بنظم CAMيمكن أن تكون صغيرة الحجم إلى حد بعيد، مما يوفر عدم الحاجة إلى حيز كبير إذ قد يكفى حيز محدود كجزء من غرفة مثلا لاستيعابها. الأمر الذي يمكن المصمم من اقتناء نماذج منها لإنتاج نماذجه الأولية بشكل ميسور.

خامساً / مجالات و أبعاد مساهمة التصنيع بمساعدة الحاسوبCIMs:

استناداً لما تم عرضه أعلاه عن مفهوم التصنيع المتكامل بالحاسوب CIM بوصفه وعاء جامعاً لكل التقنيات الحديثة التي يستخدم فيها الحاسوب في التصنيع، يمكن أن نبين الطبيعة المتميزة للتصنيع بمساعدة الحاسوب كما يلي:

1. التصنيع المتكامل بالحاسوب CIMs له صفة العالمية بما يمكنه من تجاوز الحدود الثقافية اللغوية، وبالتالي يمكن أن يكون جزءاً من الشبكة العالمية للمعلومات بحيث لا يكون لمحتوياته أية علاقة بالموقع الجغرافي لتطبيقه.

2. يشجع CIMs نشر واكتساب المعلومات والمعرفة بغض النظر عن المواقع الجغرافية.

3. إمكاناته الهائلة في رفع الإنتاجية وفي نفس الوقت تفعيل وتوسيع المنتجات وتسويقها، إذ إن كل العناصر التي تكونه (التصنيع المدعم بالحاسوب CAM، إدارة العمليات، التخزين الذكي، الهندسة المدعمة بالحاسوب CAE) مرتبطة بشكل وثيق عن طريق إدارة متخصصة للاتصال والمعلومات، تستغل كل وسائل الاتصال الحديثة وتقنياتها من أجل تسريع وتفعيل وتصحيح علاقة نظام التصنيع مع محيطه الخارجي،

فمن هذا المحيط الخارجي يتم الحصول على الخامات اللازمة للتصنيع، وإلى هذا المحيط الخارجي يتم إرسال المنتجات وتقديم الخدمات، وأيضاً في هذا المحيط الخارجي يتم التخلص من نفايات التصنيع.

4. له صفة التعامل المباشر مع زبائنه وبالتالي تمكينهم من الحصول على المنتجات المرغوب فيها أو الخدمات بدون وسطاء، وهذا يسهل معرفة المواصفات المرغوب فيها. بالضبط من جهة الزبائن وإمكانية إشراكهم بشكل مباشر في تحديد مواصفات التصميمات لمختلف المنتجات، وأيضاً هذا له مردود ايجابي في تخفيض أسعار المنتجات.

5. تتميز منتجات CIMs وفكرته في التوجه نحو البرمجيات Software أكثر من التوجه نحو العتاد (أو التقنية الصلبة) Hardware.

*** فضلاً عن المزايا السابقة فهناك مجالات يمكن أن يساهم فيها CIMs مساهمة إيجابية فيما يخص التنمية المستدامة فهي:**

1. يساهم في تحقيق البعد البيئي لتوجهه نحو البرمجيات بما يمكن أن يخفض استهلاك المصادر الطبيعية للخامات سواء من ناحية الإنتاج Productionأو من ناحية الاستهلاك Consumption.

2. مساهمته في تحقيق البعد الاقتصادي وذلك برفع الإنتاجية، وتوفير البضائع والخدمات بشكل أعدل وأمثل بالنسبة للطبقات الفقيرة، لأن التصنيع بمساعدة الحاسوب يعمل على خفض التكلفة الكلية للمنتجات وبالتالي أسعار بيع هذه المنتجات للمستهلكين.

3. المساهمة في تحقيق البعد الاجتماعي من خلال الفرص التي يمكن أن يتيحها للعنصر النسائي للتوظيف، وذلك نسبة لأن التصنيع القائم على الحاسوب لا يعتمد على عمالة قائمة على قوة العضلات - وهذا لا يناسب المرأة وخصوصاً في المجتمعات المتحفظة وبالتالي فإن هذا الأثر الاجتماعي له آثار اقتصادية تتمثل في تغيير تركيبة القوى العاملة بزيادة مساهمة العنصر النسائي في هذه التركيبة، وفتح آفاق جديدة لمجالات الاستثمار في التعليم والتدريب التي ترتكز على إيجاد فرص أكبر للتعليم النسائي

في مجالات الحاسوب وتطبيقاته في القطاعات الصناعية.. ولا يجب أن يعني وجود هذه الإيجابيات الممكنة التحقيق وصولاً للتنمية المستدامة عدم وجود جوانب سلبية، وفي بعض الأحيان فإن هذه الإيجابيات تكون حدسية أو ظنية. بمعنى أنه لا توجد براهين قاطعة وحسابات كمية تجعلنا نجزم بتحقيقها.

سادساً / مكونات نظم التصنيع المتكاملة بالحاسوب CIMs:

تحتوي نظم التصنيع المتكاملة بالحاسوب على مستوى التجهيزات المستخدمة في المصنع على خمسة عناصر وذلك كما يلي:

(أ)- التقنيات بمساعدة الحاسوب Computer Aided Techniques ويشمل :

1- **التصميم باستخدام بالحاسوب Computer Aided DesignCAD:**

العملية التي يتم فيها استخدام أجهزة الكمبيوتر للمساعدة في إنشاء وتعديل وتحليل وتحسين تصميم المنتج حيث يشير إلى دمج أجهزة الكمبيوتر في أنشطة التصميم من خلال توفير طريقة للربط بين الحاسوب والمصمم،يتكون التصميم بمساعدة الحاسوب من العتادHardware الذي هو عبارة عن جهاز الحاسوب وأجهزة الإدخال والإخراج والبرمجياتSoftwareوهي البرامج التي يستخدمها المصمم لإنشاء تصاميمه وإجراء التحاليل الهندسية عليها. إن عملية التصميم هي عملية تكرارية تتألف من المراحل التالية:

- **تحديد الحاجة**: ويعني أن هنالك مشكلة معينة يمكن أن يتخذ بشأنها إجراء صحيح على شكل حل تصميمي. هذا التحديد قد يكون حاجة السوق لمنتج جديد أو وجود عيب معين في منتج موجود أصلاً وأصبح بحاجة إلى إدخال تصحيح في تصميمه.

- **تعريف المشكلة:** تتضمن هذه المرحلة تحديد مواصفات الجزء المراد تصميمه وتتضمن هذه المواصفات الخصائص الفيزيائية والوظيفية والكلفة والنوعية والأداء الوظيفي

- **التركيب والتحليل:** ترتبط هاتين المرحلتين ارتباطاً وثيقاً والعلاقة بينهما علاقة تفاعل مستمرة إذ يقوم المصمم في مرحلة التركيب بوضع تصور للمنتج المراد تصميمه من حيث الشكل الهندسي وطريقة عمله ثم يقوم بتحليله بموجب الخصائص الوظيفية

والأحمال التي يتعرض لها ثم يعاد التركيب على ضوء نتائج عملية التحليل وذلك بهدف تحسين التصميم.

• **مرحلة التقييم:** وتتمثل هذه المرحلة في اختبار وفحص التصميم للتأكد من مطابقته للمواصفات التي يتم تحديدها في مرحلة تعريف المشكلة، ويتم هذا التقييم عادة عن طريق تصنيع نموذج أولي لفحص الأداء والوظيفة والوثوقية.

• **تقديم (عرض التصميم):** وتعتبر هذه المرحلة الأخيرة في عملية التصميم ويتم في هذه المرحلة توثيق التصميم عن طريق رسوم هندسية وتحديد مواصفات المواد الداخلة في التصميم وقوائم للمجمعات .

2- **الهندسة المدعمة بالحاسبCAE Computer Aided Engineering:** وهذه تشمل التصميم المدعم بالحاسوب،(CAD) وبرامج التحكم الرقمي، (NC) وتصميم أدوات القطع وعناصر التثبيت ، تخطيط نظم ضبط الجودة ، و تخطيط عمليات التصنيع التي تمثل حلقة الوصل بين نظامي التصميم المدعم بالحاسوب، (CAD) و التصنيع المدعم بالحاسوب، (CAM) وعندمايتم هذا التخطيط آليا فإنه يسمى تخطيط العمليات المدعم بالحاسب (CAPP) .

3- **التصنيع بمساعدة الحاسوبComputer Aided Manufacturing) CAM):** وهو تقنية تتيح إصدار تعليمات التصنيع لآلة التحكم الرقمي NC كترجمة مباشرة لتصميم المنتج الذي ينجز باستخدام تقنيةCAD أي ربط تعليمات تصميم المنتج بالتعليمات اللازمة لصناعته بمساعدة الحاسوب، والتصنيع بمساعدة الحاسوب يشير إلى استخدام الحاسوب في تصميم التصنيع والسيطرة على المكائن والمعدات لتحقيق انسياب كفء للمواد الأولية والأجزاء هذه ، وان التكامل بين (CAD / CAM) في مصانع اليوم يحقق ما يلي:

• الجودة العالية للمنتج: إمكانية إنتاج المنتوج بالمواصفات المحددة عندما يـتم إطـلاق أوامـر إنتاجها.

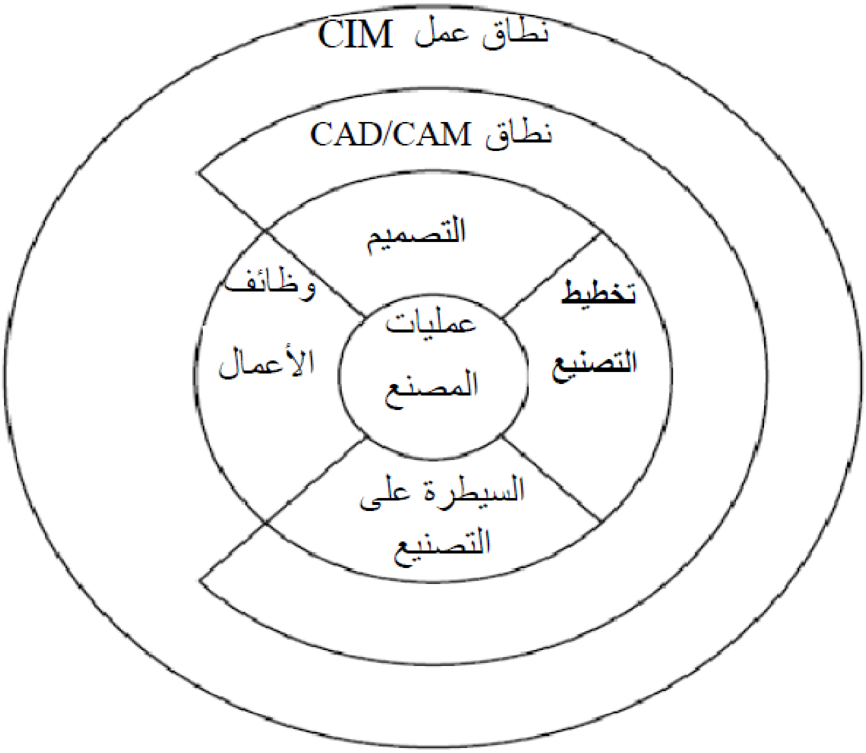
• تصميم ذات نوعية عالية وذلك من خلال إمكانية التصميم والتحليل والاختبـار قبـل إنـشاء النموذج المادي إذ يمكن للمصممين من تخزين واسترجاع التـصاميم سـواء" للتحـديث أوإصـدار قائمـة المواد الصناعية الداخلة في تركيب المنتج وهذا بدوره يؤدي إلى تخفيض كبير في وقت التصميم.

• تخفيض تكاليف الإنتاج: إذ أن تقليل المخزون والاستخدام الكفوء للأفراد من خـلال تحـسين الجدولة والسرعة في تنفيذ التغيرات في التصميم كلها تقود إلى تخفيض تكاليف الإنتاج.

• تناسق البيانات في النظام حيث ينـتج عـن العلاقـة المتكاملـة بـين النظـامين سـيطرة كفـوءة ودقيقـة عـلى انـسياب المعلومـات بـين النظـامين وإلى النـشاطات الأخـرى وذلـك مـن خـلال قابليـة نظامCADعـلى إحـداث بـرامج صـحيحة لآلات الــCNC بحيـث لا توجـد فرصـة لانتقـال الـبرامج غـير الصحيحة الأمر الذي يـضمن تحـسين نوعيـة المنتـوج تمامـاً باتجـاه المواصـفات المطلوبـة وسـد فجـوة الجودةGap Quality تماماً.

• يتميز نظامCAM/CADبأنه تصميم قابل للتصنيع أي أن التصميم يختبر في مركزCADقبل أن يمر إلى مركزCAMإذ يكون لدى نظـمCADالقابليـة للمحاكـاة وإعـداد الرسـوم المتحركـة بـشكل ثـلاثي الأبعاد، والتحقق من التصنيف وربط الأجزاء والملحقات.

وقد استندت تقنيـةCAMإلى مـستوى مرتفـع مـن قاعـدة المعرفـة المرتبطـة بتخطـيط الإنتـاج والسيطرة عليه بعـد اسـتخدام CAE/CADإذ تـستخدم تقنيـةCAM للـسيطرة عـلى عمليـات التـصنيع حاسوبيا" بما فيها تدفق المواد، عبر تحويل مباشر لمواصفات التصميم النهائي الذي أعده نظـامCAD إلى خطوات تصنيعية مفصلة تترجم فكرة نموذج التصميم إلى منتوج مادي باستخدام مجموعة الآت، وبعد تسلم تعليمات الصنع المناسبة لمعالجة جزء معين من قاعدة البيانات الذاتية أو من حاسـوب مـستقل يربط وينسق الإجراءات فـيما بـين تلـك الآلات، ويوضـح الـشكل (5) نطـاق عمـل كـلاً مـن (CAD) و (CAM) ونظم التصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب(CIM).



الشكل(5)

نطاق التصميم و التصنيع بمساعدة الحاسوب CAD/CAMو التصنيع المتكامل بالحاسوب CIM

4- تخطيط العملية بمساعدة الحاسوب(CAPP (Computer Aided Process Planning:

في السابق كان تخطيط العملية يتم إنجازه بواسطة مهندس التصنيع وبالاعتماد على المعرفة الهندسية وخبرة العمل، إلا أن العمل الذي تم على نظامCAPP في منتصف الستينيات وبداية السبعينيات القرن المنصرم قد جلب معه بعض التطور في التكنولوجيا إذ بدأت صناعة التجميع أيضا في استخدام أنظمة CAPP لتقليل الأخطاء في عملية التجميع وزيادة الكفاءة العالية للعمليات، يعتبر نظام تخطيط العمليةCAPP حلقة وصل بين نظاميCADوCAMوإنه يستمد مدخلاته من وظيفة تخطيط العملية التي هي بدورها تمثل الجسر الذي يربط بين وظيفتي التصميم والتصنيع، في ستينيات القرن الماضي تم اعتبار نظام تخطيط العملية بمساعدة الحاسب الأداة الأكثر حيوية وديناميكية للربط بين

كل من نظامي التصميم بمساعدة الحاسوب CAD والتصنيع بمساعدة الحاسوب CAM أما اليـوم فقـد أصبح تخطيط العمليةأحد أهم أجزاء بيئة نظام التصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب CIM وقـد مثـل نظام CAPPالتحديد المثالي لطرائق التصنيع والتفاصيل الدقيقة للعمليات، كـما أنـه مكـن مـن إنتـاج الجزء بشكل كفوء واقتصادي وتحويله من مجرد مادة أولية إلى منتوج نهائي، وهذا بالتحديد هو الذي جعل نظام CAPP يلعب دوراً مهما في CIM وساعد المـنظمات الـصناعية في تحـسين إنتاجيتهـا وزيـادة تنافسية منتجاتها.

ويشمل نظامCAPP كلا من ال Hardware الذي تتضمنه العملية وفريـق العمـل الـذي يعمـل عـلى نظـام Hardware وكـذلك البيانـات المخزنـة والتـي تتعلـق بالإنتـاج الحـالي والـسابق، وبعـض أنظمةCAPP قادرة على أتمتة العملية التصنيعية عن طريق جعل القرارات الرئيسية مبنية على نمـوذج الجـزء وعـلى الحـساساتSensorsالموجـودة في نظـام التجميـعAssembly Hardwareوالمـوارد الأخـرى ، وبمجموعها فإن مكونات نظامCAPPسوف تحدد كيف يتم تصنيع المنـتج بكفـاءة، ويمكـن إدراج ابـرز المهام الرئيسية لتخطيط العملية في الآتي:

- تحديد أي العمليات يجب أن تنجز أولاً لتشغيل الجزء بصورة مرضية
- اختيار المكائن والأدوات التي سيتم انجاز تلك العمليات بواسطتها.
- تحديد تسلسل العمليات التشغيلية.
- تعيين المعايير التشغيلية لأداء كل عملية.

وفي نظام CIM فـإن الCAPP يمثـل تلـك الوظيفـة في الوحـدة التـصنيعية التـي تؤسـس وتـضع العمليات ومقاييس العمليات التي تضبط عمـل المكـائن عنـد أدائهـا لتلـك العمليـات اللازمـة لتحويـل قطعة من المواد الأولية من شكلهاً الابتدائي إلى الشكل النهائي الذي تم تصميمه بناءً على رسوم هندسية مفصلة ودقيقة إلا انه يشيرإلى وجود محدودية في قدرات تخطيط العملية بمـساعدة الحاسـوب CAPPs تتمثل في عدم قدرة هذه الأنظمة على تخطيط عملية اشتغال الأجزاء على المكائن عنـدما يكـون هنـاك طيف واسع من الأشكال والأحجـام، وكـذلك في الـصعوبات التـي تواجههـا هـذه الأنظمـة عنـد محاولـة

التكامل مع أنظمة التخطيط والتصنيع بمساعدة الحاسوب ويمكن ادارج خـصائص نظـامCAPP الفعـال في الآتي:

- أن يكون النظام محدثا ومطوراً وقابلاً للاندماج مع بعض الاتجاهات الحديثـة في التخطـيط مثل التخطيط السريع و العضوي والتوزيعي.

- أن يكون شفافاً من أجل سهولة فهم كل من هيكلـه وسـلوكه والمخرجـات المستحـصلة مـن مستخدميه

- أن يكون قابلاًللتوسع والتكيف مع التطبيقات الجديـدة مـن أجـل تـسهيل عمليـة تـضمين قواعد البيانات وقواعد المعرفة الجديدة.

- توفير آلية فعالة للحصول على المعرفـة وتمثيلهـا وكـذلك الـسيطرة عـلى الآليـات والوسـائل الكفيلة بضبط وفحص دقة وتكامل وانسجام تلك المعرفة.

- إبقاء الإنسان ضمن حلقة المشاركة في اتخاذ بعض القرارات وتقديم المساعدة عنـد الحاجـة من أجل دعم قرارات النظام.

- توفير واجهة مستخدم متميزة من أجل دعم التفاعل الكفـوء مـن خـلال تـسهيل المـدخلات وتقديم المخرجات والتقارير بطريقة مرنة وعرض النتائج بشكل واضح وبمساعدة الرسوم والأشكال.

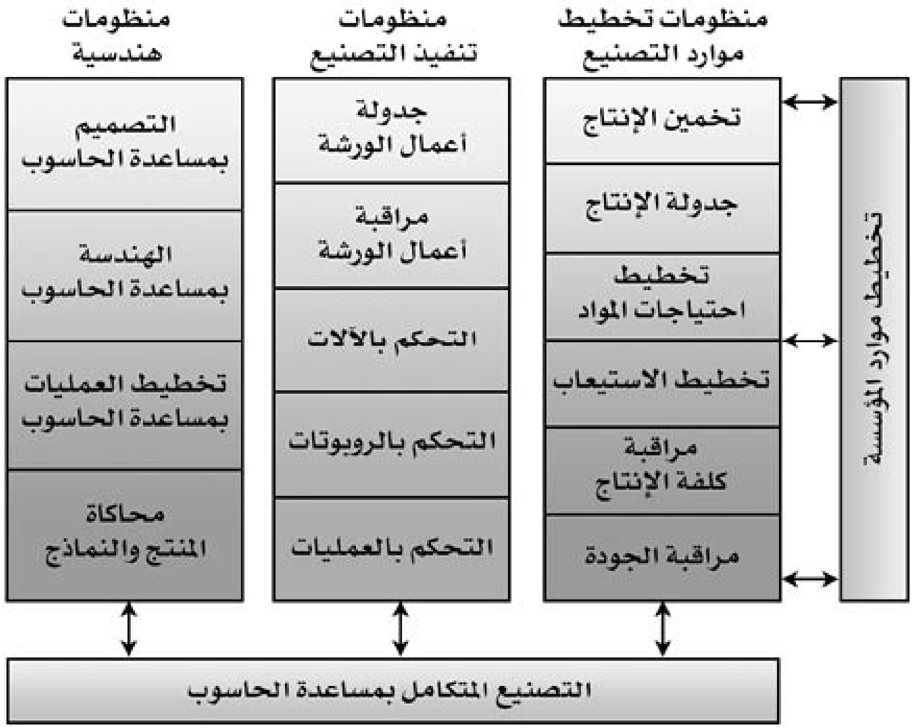
- السهولة في التنصيب والاستخدام.

5- **تخطيط موارد المؤسسةERP (Enterprise Resource Planning):**

هو مجموعة من الأنظمة تعمل سوية لأتمتة العمليات الخاصـة بالـشركة أو المؤسـسة وربطهـا بشكل موحد ومتكامل فمهما كانت طبيعة العمل يمكن تطبيقه، ويتطلب تطبيقـه إلى إعـادة هندسـة العمليات الخاصة بالمؤسسة فيتم تغير آلية العمل بما يوافق النظام الجديد ونظرا لدرجة تعقيد النظام فإنه يحتاج إلى وقت كافي لتطبيقه والحصول على فوائده كما وأن تطويره يحتاج دمج كامل بين الإدارة والتقنية فلا يمكن تطويره بالاعتماد على التقنيين وإنما يتطلـب فهـم عميـق للجانـب الإداري وطبيعـة العمل. وتبرز أهميةالـ ERP في:

- تقليل التكلفة والوقت اللازم في العمليات.
- سرعة اكتشاف الأخطاء وتصحيحها.
- زيادة كفاءة الخدمات والسمعة المنظمية.
- أخذ قرارات أكثر حكمة بالاعتماد على الأرقام والحسابات.

و يبيّن الشكل (6) المخطط الهيكلي لارتباط مختلف أقسام مؤسسة تعمل بطريقة التصنيع المتكامل بمعونة الحاسوب التي تتضمن ثلاث منظومات رئيسة هي التصميم والتصنيع والموارد. وترتبط كلها بمنظومة تخطيط موارد المؤسسة التي تخضع لسياساتها المعتمدة.



الشكل (6)

ارتباط مختلف أقسام المصنع بعضها ببعض

6- ضمان الجودة باستخدام الحاسوب (CAQ (computer-aided quality assurance:

تعتمد الطرق التقليدية للتحكم بالجودة قديما مراقبة أهم مواصفات المنتج النهائي ويجري قبول أو رفض المنتج علىً أساس نتائج تلك المراقبة، أما حالياً وخلافا لتلك التقانة فتُعتمد عمليات التحكم الإحصائي باستخدام أدوات إحصائية لمراقبة أداء خطوط الإنتاج، للتنبؤ بأي انحراف يطرأ على المنتَج يسبب رفضه في نهاية خط الإنتاج. ويستخدم CAQ في المقام الأول في جميع التطبيقات الهندسية التي تستخدم الحاسوب أداةً رئيسيةفي التحقق من إنجاز الأعمال الخاصة بدورة حياة المنتج، أو جودة متابعة سير مشروع أو أداة مراقبة للتحكم الحاسوبي المبرمج، بالآلات في التنفيذ أو الفحص والاختبار المؤتمت، لضمان جودة منتجات المشاريع التي تعتمد بالدرجة الأولى على نشروترسيخ الجودةQFDمنهجا أساسياًفي جميع مراحل عمله.

7- التخطيط أو التحكم في المنتج: PPC (production planning and control)

أداة تستخدم بهدف تنظيم و تنسيق و تخطيط عملية التصنيع ، و الهدف من عملية التحكم هو السيطرة على حركة المواد و عمل الآلات و أوقات تشغيلها ، منها أنظمة التحكم المركزي بالإنتاج .

(ب)-الأجهزة والمعدات اللازمة:Devices and Equipment Required

1- الحاسوب الآلي المقاد رقمياً CNC (Computer Numerical Controlled):

تستخدم للدلالة على الأنظمة التي تتحكم بآلة التشغيل باستخدام أوامر البرمجة وتعليمات مشفرة يتم فكها باستخدام الحاسوب.

تستخدم آلات الـ CNC لغة برمجة تدعى CODE-G وتكون المهمة الأساسية لبرنامج الـ CODE-G توجيه أداة القطع أو التشكيل وفق مسارات محددة Trajectoriesوأيضاً تستخدم آلات الـ CNC ما يسمى بال CODE-M والتي هي مجموعة من الأوامر تستخدم من قبل الـCNCًلإيقاف أو تشغيلOFF/ON مهام محددة في آلات التشغيل المبرمج مثل تشغيل/ إيقاف أداة القطع أو تشغيل/إيقاف سائل التبريد.

وتعد آلات الـ CNC إحدى أكثر آلات الروبوت الصناعي شهرة والتي تقوم بحفر أشكال معينة على الأجسام أو قطع الأجسام وفق نسق معين سواء على سطح أفقي أو لجسم ثلاثي الأبعاد، ومن الامثلة على أنظمة التحكم في آلات الـCNCنظام التحكم ذو الحلقة المغلقة ، ونظام التحكم ذو الحلقة المفتوحة.

2- **أنظمة التحكم العددي المباشر DNC (Direct Numerical Control)** : وهي عبارة عن توصيل لعدة آلات تشغيل مبرمج بحاسوب مركزي واحد، مما يمكن المشغلين من قيادة عدة آلات تشغيل مبرمجة عن طريق حاسوب واحد للتحكم. ويتم إرسال البيانات عادة عن طريق منفذ تسلسلي للاتصال.

3- **المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة (PLCs(Programming Logic Controller**: هو عبارة عن جهاز إلكتروني رقمي يتضمن ذاكرة قابلة للبرمجة تستخدم لحفظ البرنامج لتنفيذ وظائف ومهام معينة، مثل التتابع والتوقيت والعد والعمليات الحسابية وذلك للتحكم بالآلات والأجهزة الصناعية، ومن تطبيقات أجهزة التحكم المنطقي المبرمج استخدامها في أنظمة المصاعد والتحكم بالمحركات الكهربائية والتحكم بإشارات المرور والتحكم بالروبوتات الصناعية وفي التجهيزات الطبية والمنزلية.

4- **الأنظمة الروبوتيةRobotics**:الروبوت هو عبارة عن أداة ميكانيكية قادرة على القيام بفعاليات مبرمجة مسبقا، ويقوم بإنجاز تلك الفعاليات إما بإيعاز وسيطة مباشرة من الإنسان أو بإيعاز من برامج الحاسوب، وتمتلك الروبوتات في مجملها الأنظمة التالية:

- النظام الميكانيكي: هدفه تأمين حركات الروبوت من اجل عمليات التمركز والتوجيه.

- نظام التشغيل: مهمته قيادة حركة الروبوت وهنالك ثلاثة أنواع من أنظمة التشغيل: هيدروليكية وهوائية وكهربائية.

- نظام النقل: يأخذ الطاقة من نظام التشغيل وذلك لتشكيل حركات الروبوت وتحويل الحركة الدورانية إلى خطية وبالعكس.

- نظام الحساسات: تقسم إلى حساسات داخلية: تعطي معلومات عن الروبوت مثل إحداثيات المفاصل والوصلات وتقوم بقياس السرعة والتسارع، وحساسات

خارجية: تعطي معلومات عن الوسط المحيط الذي يعمل فيـه الروبـوت مثـل درجـة الحـرارة ونـسبة الرطوبة وحساسات للتنبيه في حال اقتراب أجسام من الروبوت أثناء عمله فإما أن يتوقف عـن العمـل أو يقوم بتغيير مساره.

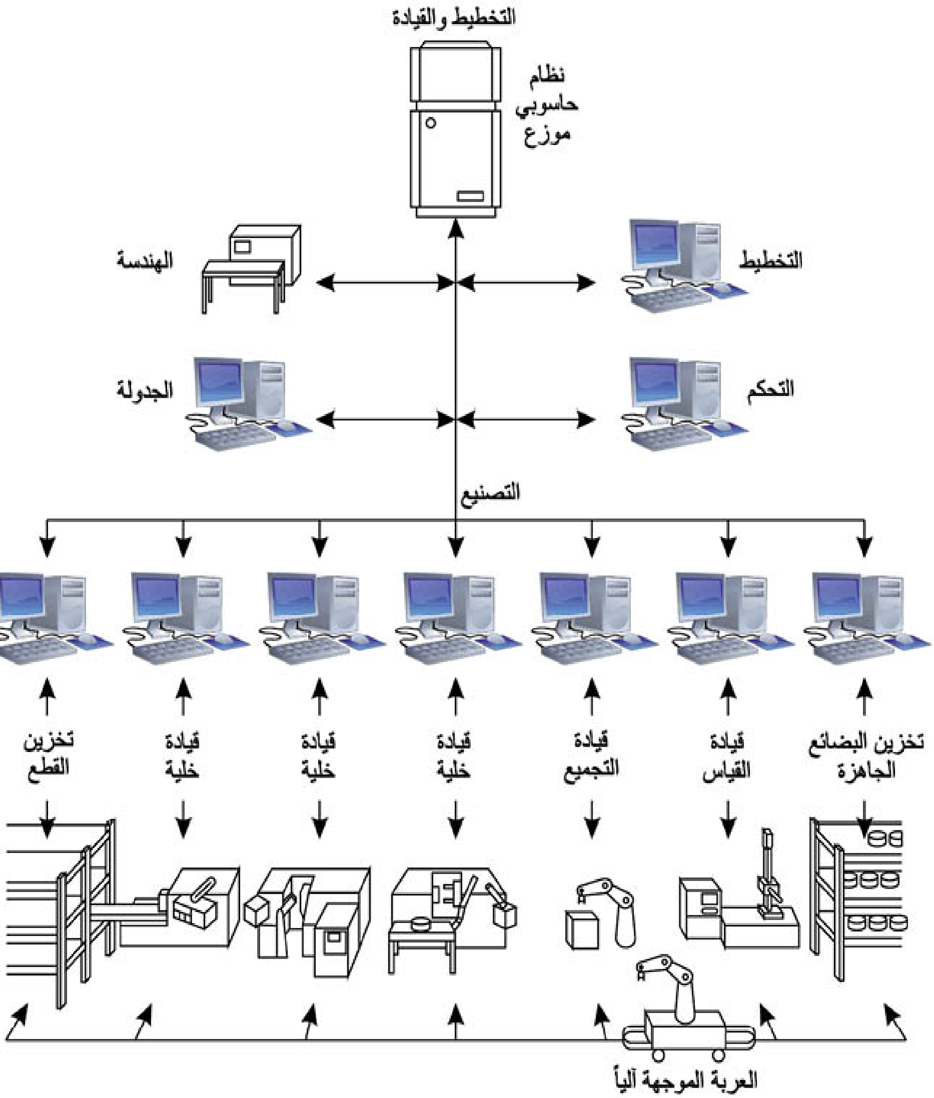
- نظام القيادة: يتلقى المعلومات من الحساسات ويعطي الأوامر للروبوت بالتوافق مع المهـام المطلوبة من الروبوت.

(ت) - التكنولوجياTechnologies: مثل أنظمة التصنيع المرن وهو نظام يتكون مـن مجموعـة محطات عمل (تكون في العادة ماكينات تحكم رقمي بالحاسـوبCNC) مرتبطـة مـع بعـضها الـبعض عن طريق نظم مناولة وتخزين آلية، ويتم الـتحكم فيـه بنظـام حاسـب متكامـل، وأنظمـة التخـزين والاستعادة المؤتمت، يجمع هذا النظام بين معدات التخـزين والمناولـة ومختلـف مـستويات الـتحكم الآلي من أجل تحقيق السرعة والدقة في عمليات تخزين وطلب المنتجات والمواد مـن مخازنهـا ويبنـى هذا النظام على مساحة صغيرة جداً ويكون مؤلف من عدة طوابق، عادة تـستخدم رفـوف التخـزين لتوضع عليها المواد والمنتجات المراد تخزينها، ويمكن استخدام نظام التكديس أيـضاً حيـث يـتم وضـع المواد فوق بعضها البعض ولكن هذا يعتمـد عـلى الـوزن الـذي يمكـن أن يتحملـه المنـتج ، ويختلـف تصميم نظام التخـزين والاسـتعادة بحـسب طبيعـة المـواد المـراد تخزينهـا حيـث أنـه يـتم اسـتخدام الروبوتات لتنفيذ عملية التخزين والاستعادة في نظام التكديس. كما تتضمن التكنولوجيـا المـستخدمة على العربات المقادة الياً ويطلق عليها Automated Guided Vehicleوهو نموذج لنظام متكامل يخـدم البيئة الصناعية دون الحاجة لتواجد العنصر البشري، يقوم بمهمة نقل البـضائع بـين مراحـل التـصنيع والإنتاج ليضمن جودة وسرعة أعلى ودقة أكبر في العمـل، وقـد يـستخدم في أمـاكن التـصنيع الخطـرة لتجنب إصابات العمل. يحتوي النظـام عـلى وحـدتين رئيـسيتين وحـدة الـتحكم حيـث يـتم الـتحكم بالعربة بطريقتين إمـا يـدوياً وذلـك بتتبـع مـسار حـر يـتحكم بهـا المـستخدم كـما يريـد عـبر تقنيـة البلوتوث، أو بطريقة أوتوماتيكيـة حيـث تتبـع مـسار ثابـت بواسـطة تقنيـة استـشعار اللـون، وكـل الطريقتين يتم خلالهما عملية نقل البضائع من مكان إلآخر عـن طريـق مغنـاطيس إلكـتروني يعمـل على حمل البضائع وإنزالها في المكان المطلوب، أما الوحدة الثانيـة فهـي وحـدة المراقبـة التـي تـسهل

خط سير العمل، كما في الشكل (7) الذي يوضح الدورة الكاملة للإنتاج ودور الحاسوب فيها.

ويعد توفر نظام معلومات صناعية كفوءة يعتمد على قاعدة بيانات كفوءة ومتكاملة أساساً لتطبيق نظم التصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب، وبدون ذلك لا يمكن لهذا النظام فرصة للتطبيق، فكل نشاط او حدث ضمن أنشطة التصنيع يتضمن استخدام بيانات ، وهذه البيانات يمكن تنفيذها إما بشكل مخطط بياني او رقمي.

والحاسب الالكتروني هو الاداة الرئيسة لمعالجة البيانات واستخدامها حيث يمكن من خلاله أن تقدم إمكانية تكامل معظم أجزاء العمليات الصناعية، ومن خلال نظم CIMs يمكن لأي شخص في المصنع أن يحصل على البيانات الخاصة بالإنتاج والمتعلقة مثلاً بجدولة الإنتاج الرئيسة (MPS) وقائمة المواد المطلوبة (BOM)، لذا فمن الضروري أن نحدد تدفق البيانات والمعلومات المناسبة وفهم العلاقات بين مصادرها، ويجب التركيز على تكامل هذه المعلومات من مختلف المصادر، وبذلك فان نموذج المعلومات هذا سوف يعكس التسلسل الأفقي والعمودي لها بالإضافةإلى المعلومات المباشرة. لذا فان نظام قاعدة البيانات الناجح هو الذي يمكن الإدارة من اختبار مدى كفاءة الرقابة على الوظائف التصنيعية التي تنفذ في المصنع.



الشكل (7)

الدورة الكاملة للتصنيع ودور الحاسوب فيها

قائمة المصادر

أولا: المصادر باللغة العربية

1- اللامـي، غـسان قاسـم داود، والبيـاتي، أمـيرة شـكر ولي، (2008)، **إدارةالإنتـاج والعمليـات /مرتكزات معرفية وكمية**،دار اليازوري العلمية للنشر و التوزيع،عمان- الأردن.

2- سيد، حيان إبراهيم، (2016)، **استخدام الكومبيوتر بشكل كامل في التصنيع والأتمتـة**، كليـة الهندسة الميكانيكية والكهربائية، نظم الاتصالات الصناعية، جامعة البعث.

3- غنـيم، احمـد محمـد ، (2007)، **نظـام إدارة الإنتـاج المتكامـل باسـتخدام الحاسـب الآلي**،المنصورة،مكتبة العصرية ، الطبعة الأولى.

4- محسن، عبد الكريم، والنجار، صباح مجيـد،، (2009)، **إدارةالإنتـاج و العمليـات**، الطبعـة الثالثة، دار وائل للنشر، عمان- الأردن.

5- موسوعة العلوم والتقانات، **الإنتاج الصناعي**، المجلد الثالث، دمشق، سوريا.

6- نجم، نجم عبود،(2007) ، **إدارة العمليات**، الطبعة الأولى، دار المناهج للنـشر و التوزيـع، عمان-الأردن .

ثانيا: المصادر باللغة الانكليزية

1- Ghulamyasin Shaikh، Hussain Bux Marri and Zahir Irani، (2006)،**An Investigation into the Effects of Computer Integrated Manufacturing Systems in the Productivity of SMEs in Pakistan**، European and Mediterranean Conference on Information Systems (EMCIS)، Costa Blanca، Alicante، Spain.

2- Gunasekaran، A.، Marri، H.B، and lee، B.،(2000)، **Design and implementation of computer integrated manufacturing، in small and medium-sized enterprises: A case study**، International Journal of Advanced Manufacturing Technology، 16 (1).

3- Groover، M.P،(1999)،**Automation production system and computer integrated manufacturing**، Prentice Hall، New Jersey.

4- Gunn،T.G.،(1987)،**Manufacturingforcompetitive advantages becoming gaworld class manufacture**، Ballinger Publishing Company، USA.

5- Hannam،Roger،(1997)،**ComputerIntegrated Manufacturing : from concepts to real isation**، Addison Wesley Longman Limited Edinburgh Gate، ISBN 0-201-17546-0.

6- Hareesh NG، (2007)،**Introduction toComputer Integrated Manufacturing**،ANNA UNIVERSITY FACULTY DEVELOPMENT PROGRAMME،11[TH] to 23 rd JUNE 2007.

7- Johansen، J. Karmarkar، U.S، Nanda، D، and Seidmann، A.،(2001) ،**Business experience with computerin tegrated manufacturing**، a survey of current strategy and practice، Proceedings of the 28th annual Hawaii International Conference on system Sciences.

8- Marri، H.B.، and Sohag، R.A.،(2004)،**Top management role for facility location and layout when implementing advanced manufacturing technology**، 2nd International Industrial Engineering Conference، K.S.U، Riyadh، Saudi Arabia.

9- WU Chebg، Yushun Fan، Deyun Xiyo،**Computer Integrated Manufacturing**، handbook of industrial Engeeniring ، 3[rd] edition ، John and wiley & sons

10- Yuejin Zhou1 and K. B. Chuah، (1999)،**The Strategic Issues in Implementation of CIM Technology in PRC/HK Enterprises**، Int J Adv Manuf. Technol. 15:514–521.

الفصل الثاني

نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP)

Material Requirements Planning

الفصل الثاني

نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP)

Material Requirements Planning

تمهيد..

إن المنظمات التي تنتج منتجات أو عناصر نهائية من مكونات وأجزاء مشتراة، أو مكونات وأجزاء مصنعة تحتاج إلى طريقة نظامية لتخطيط احتياجاتها من تلك المكونات والأجزاء. إن مثل هذه الطريقة تعرف ب" تخطيط الاحتياجات من المواد**Material Requirements Planning**ويشار إليها اختصاراً بالحروف(MRP).

فالمنظمات التي تتبنى نظام (MRP) تشق طريقها للنجاح والريادة في ميدان عملها لما له من فوائد ومزايا عدة للمنظمة فهو يزيد من مقدرتها على مواجهة التغيرات في طلبات الزبائن ويحسن من خدمة الزبون بسبب تقليص فترة التسليم ، ويساعد على الاستخدام الأفضل لعناصر الإنتاج (العمل ، الآلات ، المواد) وتحقيق استجابة أسرع لتغيرات وتبدلات السوق، ونظراً لأن منظمات اليوم لا تقوم بإنتاج نوع واحد من المنتجات بل أنواع متعددة وضمن كل نوع توجد أصناف عدة مما يجعل هذه المنظمات تتعامل مع أعداد هائلة من المواد الأولية التي تدخل في تركيب منتجاتها ، ونظام MRP))هو الذي يوفر هذه المواد في الوقت المناسب وبالكمية المناسبة وبالتالي عدم تبني المنظمة لمثل هذا النظام يؤدي بها لنتائج غير مرغوب بها .

أولاً / نشأة و مفهوم نظام(MRP).

تم استخدام هذا النظام في أواخر الستينات عندما شهد الاقتصاد الأمريكي تباطؤا ملحوظا في النمو و إخفاقات واضحة في قطاع الأعمال جراء انخفاض الإنتاجية و ظهور المنافسة الأوربية واليابانية واكتسب شعبية كبيرة في السبعينات بعد حملة تخطيط الاحتياجات من المواد التي قامت بها الجمعية الأمريكية للسيطرة على الإنتاج والخزين و أنصاره المتحمسين مثل اورلكي و بلوسل (J.A.Orlicky and G.W.Plossl). فخلال الفترة من (1971- 1976) ازداد عدد المنظمات التي أخذت بهذا النظام من (150) منظمة إلى (1000) منظمة و بحلول عام (1981) ارتفع هذا العدد ليصبح (8000)

منظمة و خاصة و ان منظمة (IBM) دعمت استخدام هـذا النظـام و ذلـك بتنفيـذ مـا أسـمته بنظـام الـسيطرة المتكامـل عـلى التـصنيع بمـساندة الحاسـوب، و في عـام(1980) قـام Orlicky و أوليفرايـت بتطوير(MRP2) (نظام تخطيط المـوارد الـصناعية) الـذي يجمـع بـين (MRP+ مكاملـة التخطـيط لموارد الإنتاج المختلفة) من مخزون وطاقة ونقد وآلات ومعدات وعمال، ومراقبة التنفيـذ وتـسيير أولويـات (أسـبقيات) الإنتـاج واسـتخدام المـستويات المختلفـة للتخطـيط انطلاقـا مـن التخطـيط الاسـتراتيجي و وصـولا إلى التخطـيط التـشغيلي وبـذلك يكـون الــ (MRP2) هنـا نظـام اشـاملا للمعلومات ويقود كل الأنظمة الفرعية الأخرى في المنظمة، لذلك يكون أكـثر صـعوبة وتعقيـدا في التطبيق، ويرتكز (MRP2) في الغالب على استخدام الإعلام الآلي في برمجتـه خـصوصا في المـنظمات التي تنتج تشكيلات متنوعة من المنتجات وتتطلب مواد أولية وأجزاء متعددة (تسميات متفرعـة و متعددة المستويات). بحلول عام 1989 كان حوالي ثلث صناعة البرمجيـات تـستخدم(MRP2) في البرامج .

يعد نظام (MRP) من احـدث الاتجاهـات الفكريـة والتطبيقيـة في مجـالات الإنتـاج والمخزون، ومـدخلا جديـداً وبـديلاً لـنظم تخطـيط الإنتـاج والمخـزون التقليديـة مثـل نمـاذج الدفعة التقليدية ، الكمية الاقتصادية للطلب، ونقطة إعادة الطلب، فهذه النظم شابها الكثير من أوجه القصور بسبب عدم واقعية الافتراضات التي بنيت عليها من حيـث حجـم الطلـب، ومعـدلات الاسـتخدام وتجاهـل تـأثير العوامـل والمتغـيرات البيئيـة عـلى تخطـيط الإنتـاج والعمليات.

تقوم فكرة وفلسفة نظام تخطيط الاحتياجات من المـواد عـلى انـه نظـام معلومـات يعنـى بتنظـيم الجهـود نحـو الحـصول عـلى المـواد المناسـبة في الوقـت المناسـب أو بمعنـى آخرتوفير كافة مستلزمات العملية الإنتاجية التي يتم تحديدها للمنتجات الواردة في جدولة الإنتاج الرئيسة في الوقت المناسب هذه المستلزمات قد تكون (مواد أوليةأساسيةأو منتجات غير تامة الصنع).

ثانياً / مفهوم نظام (MRP).

يمثل نظام تخطيط الاحتياجات من المواد استجابة لتغيير حاجات الكثير من المنظمات لإدارة نظام الإنتاج وتسليم خزين الطلب المشتق والطلب المعتمد. إذ يمثل نظام معلومات محوسب يساعد بشكل خاص في إدارة خزين الطلب المعتمد وجدولة أوامرإعادة تعزيز حجم الخزين، وتهدف جميع أنظمة التخطيط والسيطرة على الإنتاج ومنها نظام (MRP) إلى إيجاد الطريقة الأفضل لإنتاج المنتجات التي تقابل متطلبات ورغبات الزبائن المختلفة مع خصائص ومواصفات المنتج من نطاق وحدود مجموعة من القيود والمحددات الإدارية والمالية والفنية.

وقدم العديد من الباحثين تعاريف متعددة لنظام (MRP) الذين ساهموا في تطويره إذ عرفه (GUNN) على انه أسلوب التوقيت وتحديد المستلزمات من المواد ذات الطلب المشتق وفقا لمتطلبات العملية الإنتاجية، وهو بذلك نظام لتخطيط الأولويات لأجزاء المنتج ، بحيث يكون تاريخ توفيرها متزامنا مع تاريخ الاحتياج الفعلي من هذه الأجزاء،و في نفس السياق عرفها (Groover) على انه أسلوب لإدارة المخزون بهدف تقليل مستوى الاستثمار فيه إلى الحد الذي يمكن إدارة المنظمة من تلبية محتويات جدولة الإنتاج.

ومن منظور النظم فان المفهوم الشامل لنظام(MRP) بأنه بمثابة القلب لنظام الإنتاج المتكامل، فبالإضافة إلى قيامه بتخطيط الاحتياجات فأنه يسهم بتسهيل مهمة إدارة المنظمة في تخطيط الطاقة الإنتاجية، وفي نفس الصدد عرفه Starrعلى انه نظام معلومات لإدارة ومراقبة المخازن يستخدم التنبؤات حول الطلب على المنتج النهائي لتحديد الكميات المطلوبة من جميع المكونات والأجزاء.

وفي سياق آخر عرفه Orlicky بأنه مجموعة من الإجراءات المترابطة بشكل منطقي لترجمة محتويات جدولة الإنتاج إلى مجموعة من الأوامر، أوامر الإنتاج وأوامر الشراء لتمكين إدارة المنظمة من الوفاء بالتزاماتها تجاه عملائها.

بالاستناد إلى ماسبق يمكن الاستنتاج إن فكرة وفلسفة نظام (MRP) هو نظام معلومات يعنى بتنظيم الجهود نحو الحصول على المواد المناسبة في الوقت المناسب فضلا عن كونه نظام تنظيم الجهود نحو الحصول على المواد المناسبة في الوقت المناسب ، وبعبارة أخرى توفير المستلزمات للعملية الإنتاجية التي يتم تحديدها للمنتجات الواردة في جدولة الإنتاج الرئيسة من مواد أولية ومنتجات تامة الصنع المتداولة بين الأقسام مع تحديد المواقع والمخططات لتوفيرها بالوقت المناسب بما يؤمن انسيابية العملية الإنتاجية، وان تطبيق هذا النظام يعمل على تحقيق عدة فوائد للمنظمة من أهمها:

1- تحديد الاحتياجات الإجمالية والصافية من المواد.

2- خفض المخزون حيث يساعد النظام على إنتاج الجزء الطلب وتجنب كلفة المخزون الزائد.

3- تحسن خدمة الزبون حيث تنخفض نسبة الطلبيات المتأخرة بنسبة (75%).

4- خفض أوقات الانتظار في الإنتاج والتسليم حيث أن هذا النظام يحدد كميات المواد والأجزاء، والتوقيتات، فضلا عن أنشطة الشراء والإنتاج المطلوبة بدقة اكبر، مما يساعد على تقليص أوقات انتظار الإنتاج والإيفاء بالمواعيد المحددة بالتسليم.

5- يوفر قدرة اكبر على إعادة الجدولة والاستجابة إلى المتغيرات غير المتوقعة بسبب المواعيد المحددة، وتوفر البيانات المستحدثة عن المواد وتوقيتاتها وأنشطةالإنتاج والشراء.

6- زيادة الكفاءة حيث يحقق التنسيق المحكم بين مراكز العمل المختلفة فيما يتعلق بتقديم المنتج وبالنتيجة فان الإنتاج يمكن أن ينجز بأقل عدد ممكن من الأفراد غير المباشرين وكذلك جعل تعجيل المواد والتوقفات غير المخططة بالحد الأدنى.

7- تحديد أسبقيات الإنتاج للأصناف التي يتم إنتاجها في نفس الوحدة الإنتاجية وبنفس التسهيلات حيث تحدد الأسبقيات حسب تاريخ الاستحقاق للطلب.

8- يحقق استجابات أسرع لتغييرات وتبدلات السوق.

9- إن تطبيق نظام (MRP) يهيأ لتطبيق الأتمتة الكاملة في المصنع.

ثالثاً /إدارة نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP)

تتطلب عملية تطبيق نظام (MRP) التأكد من أمور هامة قبل تخطيط وتنفيذ هذا النظام وهي:

1- سياسات التشغيل (Operation Policies) وتتضمن عمليات التنظيم، والتوظيف، والأهداف المطلوبة لخدمة الزبائن.

2- نظام إدارة المواد- الجدولة الرئيسة ، وتخطيط الطاقة، والسيطرة على كافة المتغيرات التي قد تحصل عند التطبيق.

3- دقة تحديد طلبيات أو احتياجات الزبائن لإجراء التنبؤات والسيطرة على كافة المتغيرات التي قد تصل عند التطبيق.

4- فحص عمليات الشراء والتصنيع وتشمل الأحجام أو الكميات المطلوبة، وفترات الانتظار، وأداء جدولة العمليات. اذ تساعد كافة هذه الأمورالأساسية في تحديد المجالات التي ينبغي تحسينها قبل تنفيذ (MRP).

كما يستلزم تنفيذ هذا النظام دعم أوإسناد كبير من الإدارة العليا في المنظمة فضلا عن توافر متطلبات أساسية بغية التنفيذ الناجح لتخطيط الاحتياجات من المواد وهي:

- مساندة الحاسوب وجودة البرمجيات لتنفيذ نظام (MRP).

- تأكيد دقة مدخلات النظام والتحقق من عناصرها والتي تتطلب دقة عند إعداد جدولة الإنتاج الرئيسة، وقوائم المواد وسجلات الخزين.

- التركيز على برامج تعليم وتدريب العاملين كافة بمختلف مستوياتهم التنظيمية في المنظمة بغية نجاح عملية تنفيذ نظام (MRP).

رابعاً/ الطلب المستقل والطلب التابع Independent & Dependent Demand

يستمد نظام (MRP)قوته من خلال التفريق والتمييز بين نوعين من المخزون هما مخزون الطلب المستقل، ومخزون الطلب التابع أو المشتق، وسيتم التعرف على مفهوم كلا النوعين:

1- **مخزون الطلب ألمستقل** : يعرف بأنه ذلك المخزون الذي يكون عرضة لظروف وتقلبات السوق . اذ يفترض الطلب المستقل بان الطلب على عنصر أو منتوج نهائي معين يكون مستقلا عن الطلب الواقع على عنصر أو منتوج نهائي اخر ، فمثلا ان الطلب على الثلاجة لا يرتبط بالطلب الواقع على غسالة الملابس او التلفزيون أوالهاتف أوالطباخ أوالمدفأة ... الخ . إن المنتجات والعناصر النهائية، والأجزاء والأدوات الاحتياطية (للاستبدال والتصليح) التي تنتجها شركة صناعية لتلبية طلب المستهلك النهائي هي أمثلة على مخزون الطلب المستقل، وهذا النوع من المخزون يجب ان يدار بواسطة طرائق نقطة إعادة الطلب .

2- **مخزون الطلب التابع :** هو ذلك المخزون الذي لا يكون عرضة لظروف السوق . إذأن الكثير من عناصر المخزون قد يكون تابعا ، والمقصود بالتابع هو أن الطلب على عنصر معين يكون مرتبطا بالطلب على عنصر آخرأي أن الطلب على الأجزاء والمكونات يشتق من الطلب على عناصر أخرى . فعندما يكون الطلب على المنتجات النهائية معروفا، فإننا نستطيع أن نحسب كمية الأجزاء والمكونات المطلوبة التي تدخل في تصنيع أو / وتجميع تلك المنتجات لان الطلب على هذه الأجزاء يكون تابعا او معتمدا على طلب العنصر النهائي بصورة مباشرة . فمثلا في مصنع لصناعة السيارات ، ان الطلب على الأبواب، المحرك،الإطارات، وعجلة القيادة ... الخ، من مكونات السيارة يعتمد على عدد السيارات المطلوب إنتاجها خلال فترة معينة . فإذا كان المطلوب إنتاج (100) سيارة في أسبوع معين، فان الطلب التابع على مكونات السيارة سيكون بواقع (400) باب و (100) محرك و(500)إطارو(100) عجلة قيادة. بتعبير آخر أن أنواع المخزون في الطلب التابع تعتمد على الطلب الواقع على الأجزاء والمكونات التي تسبقها في المستوى الأعلى من التركيبة الفنية للمنتوج (هيكل المنتج) وصعودا لتشمل الأجزاء

والمكونات في المستويات الأعلى وصولا الى المنتج النهائي الموجود في الإنتاج الرئيس (Master Production Schedule-MPS) . ان مخزون المواد الأولية والأجزاء، والمخزون تحت الصنع الذي يستخدم في المنظمات الصناعية لمساندة عملية الإنتاج لتلبية متطلبات الجدول الرئيسي للإنتاج هي أمثلة على عناصر المخزون التابع، وان هذه الأنواع من المخزون يجب أن تدار بواسطة أنظمة مثل MRP،JIT،OPT. وليس بواسطة أنظمة وطرائق نقطة إعادة الطلب، وسيتم شرح هذه الأنظمة في الفصول اللاحقة من هذا الكتاب.

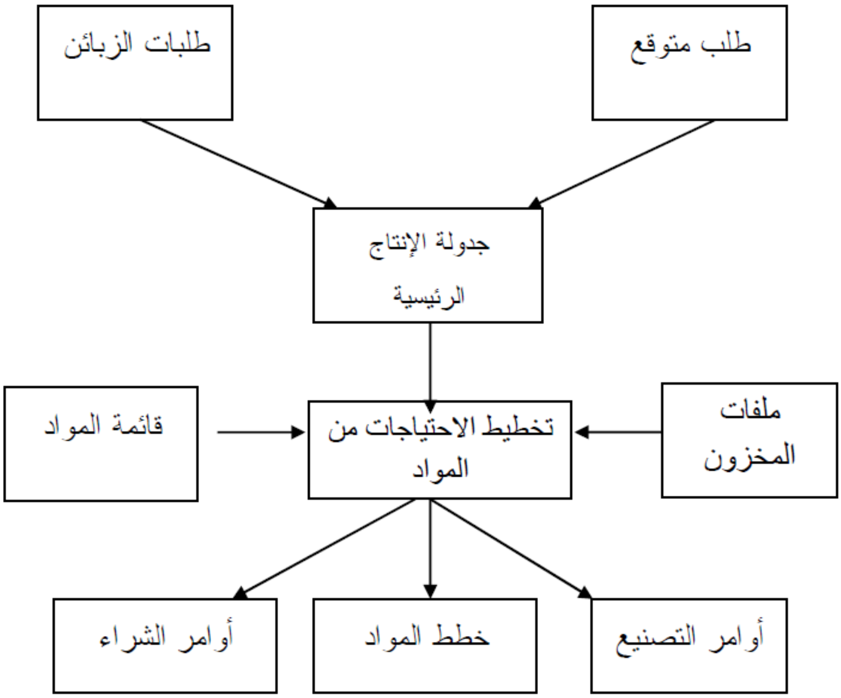
خامساً/مدخلات نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP)

يعد نظام تخطيط الاحتياجات من المواد من النظم الفرعية لنظام معلومات الإنتاج في المنظمات الصناعية، حيث يتكون نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) من نشاطين رئيسيين في العمليات التصنيعية وهي إدارةالمخزون والجدولة، والغرض الرئيسي من إدارة المخزون هو التأكد من المخزون من أن المواد الخام متاحة في الوقت المطلوب للإنتاج، والجدولة تكمل إدارة المخزون فهي تحدد بالإضافةإلى المخزون من المنتجات النهائية ، كفاءة استخدام الإمكانيات الإنتاجية وتقلل من الوقت العاطل وتسمح بصيانة المعدات، ويتكون نظام (MRP) من ثلاثة مدخلات أساسية والتي تستخدم في إجراء حسابات النظام وإصدار مخرجاته، وكل مدخل من هذه المدخلات له مورد محدد في بعض النظم الفرعية الوظيفية، وفيما يلي توضيح لمدخلات نظام (MRP):

المُدخل الأول : جدولة الإنتاج الرئيسة (Master Production Schedule – MPS)

1. مفهوم جدولة الإنتاج الرئيسية (MPS) :

تعد جدولة الإنتاج الرئيسة المدخل الأول لنظام تخطيط الاحتياجات من الموارد الصناعية (MRP) إذ انها تعتبر العمود الفقري لهذا النظام، ويتم في الجدولة تحديد المنتجات التي يجب إنتاجها من الوحدات النهائية تامة الصنع أو المجاميع شبه النهائية فقط، وعدد الوحدات من هذه المنتجات وأوقات (تواريخ) إنتاجها، وتوضح وفقاً للمعيار العام للطاقة كما في الشكل الآتي:



الشكل (1)

جدولة الإنتاج الرئيسية كإحدى المدخلات الرئيسة في(MRP)

جدولة الإنتاج الرئيسية هي مجموعة أرقام من منتجات واجب تصنيعها بكميات و أوقات محددة، هي خطة تصنيع و ليست خطة مبيعات، معتمداً في إعدادها على إجمالي الطلبات على مواد المصنع المتضمنة مبيعات المنتج النهائي على أن تكون ممكنة التصنيع من خلال توفير طاقة تصنيعها، و قدرة المجهزين على تلبية احتياجات المصنع و تخطيط وسائل الإنتاج من رأس المال و المواد الأولية و الأيدي العاملة و المعدات لغرض تسهيل تنفيذها.

وبشكل عام فإن جدولة الإنتاج الرئيسة تقوم بوظيفتين، الأولى؛تعد الأساس في تخطيط المواد والأجزاء الداخلة في إنتاج أو تجميع المنتج النهائي، والثانية؛تقدم البيانات

عن الاحتياجات طويلة الأمد، حيث تكون بمثابة بيانات تاريخية تستخدم بالتنبؤ بالطلب، إن الجدولة الرئيسة غير الكفوءة يمكن أن تؤدي إلى:

أ- تأخيرات لبعض الأوامر في النظام.

ب- مستوي استخدام واطئ للموارد المتوفرة .

ج- عدم استخدام الأوامر وأحيانا الفوضى تحدث إذا كانت أخطاء الجدولة تؤدي إلى وجود صفوف انتظار.

2. ماهية جدولة الإنتاج الرئيسة

هناك تعاريف عديدة لجدولة الإنتاج الرئيسة فمنها ماكان شاملاً ومنها ما كان مقتصرا على جوانب محددة تاركاً جوانب أخرى لها مساس بجدولة الإنتاج الرئيسة، فمثلا يعرفها (Norman & 2002،Greg) بأنها عبارة عن جدولة الكميات والأوقات الخاصة بكافة العناصر النهائية المطلوبة إنتاجها من خلال تخطيط أفقي ودقيق ، وهي تحدد العناصر النهائية المطلوب إنتاجها، ومواعيد إنتاج هذه العناصر وبأي كميات يتم إنتاجهاويؤكد (2005،Krajewski & Ritzman) بان جدولة الإنتاج الرئيسية تحدد كمية العناصر النهائية التي سيتم إنتاجها خلال فترة زمنية معينة، فبالاستناد إلى جدولة الإنتاج الرئيسة يتم تحويل خطط مبيعات وعمليات المنظمةإلى خطة لإنتاج منتجات محددة في المستقبل أي أن (MPS) يقوم بتحويل خطط المبيعات والعمليات إلى منتجات قابلة مع تحديد الكمية المطلوبة ووقت الإنتاج.

إن التعاريف أعلاه يكتنفها الغموض إذ أنها تؤكد على جانب الكمية المطلوب إنتاجها خلال فترات زمنية محددة مهملةً قدرة المنظمة على تلبية هذه الكميات المطلوب إنتاجها في الوقت المحدد لها وفق الطاقة المتاحة فيها، وكذلك الكيفية التي يتم بموجبها إعداد هذه الجدولة وهل لدى المجهزين الإمكانية لتوفير مستلزمات عملية الإنتاج من مواد أوليةوأجزاء تركيبية وغيرها، لذا يمكن وضع التعريف التالي وهواكثر شمولية لجدولة الإنتاج الرئيسة، فيمكن تعريفها على أنها مجموعة أرقام من منتجات واجب تصنيعها بكميات وأوقات محددة، وهي خطة تصنيع وليست خطة مبيعات ، معتمدا في إعدادها على إجمالي الطلبات على مواد المصنع المتضمنة مبيعات المنتج النهائي على أن

تكون ممكنة التصنيع من خلال توفير طاقة تصنيعها وقدرة المجهزين على تلبية احتياجات المصنع وتخطيط وسائل الإنتاج من رأس المال والمواد الأوليةوالأيدي العاملة والمعدات لغرض تسهيل تنفيذها. ويصنف الطلب على المنتج المحدد في جدولة الإنتاج الرئيسة إلى ثلاثة مجاميع وهي:

- طلبات العملاء وهذه الطلبات تحتوي عادة تاريخ التسليم الذي يحدد العملاء من قبل قسم المبيعات.

- التنبؤ وهو يتم على أساس أساليب إحصائية لتقدير الطلب من خلال وضع نموذج محدد من قبل رجال البيع والتسويق ومصادر أخرى وقد يمثل التنبؤ الجزء الرئيسي في الجدولة.

- الطلب لتراكيب مفردة وهي أجزاء للتصليح ويتم خزنها في قسم الخدمات في المنظمة وقد يتم حذفها من الجدولة الرئيسة أحياناً طالما أنها لاتمثل طلبا على المنتج النهائي.

وتعد جدولة الإنتاج الرئيسة كوسيلة تخطيطية وتكون جداول الإنتاج عملية ويمكن تنفيذها حينه تكون مناسبة للطاقة الموجودة للوفاء بالاحتياجات، فنظام تخطيط الاحتياجات من المواد(MRP) يعتبر جميع الجداول الخاصة بالإنتاج عملية يمكن تنفيذها، ولذلك فان أرقام جدولة الإنتاج الرئيسة تكون مناسبة للطاقة وإلا فتعدل الجدولة، لأن الطاقة للمصانع عادة غير مرنة نسبيا ولا يمكن تغيرها بشكل مستمر، إذأن تغيرها لفترة قصيرة لمقابلة التغيير في الطلب ممكن الا انه الى حد ما مكلف، ولضمان الحصول على جدولة إنتاج رئيسة جيدة فأن على القائم بجدولة الإنتاج الرئيسة أن يتبع الآتي:

- يحدد كافة الطلبات من خلال مبيعات المنتج، طلبات المخازن، الطلبات الاستثنائية.

- أن لايتغاضى عن خطة الإنتاج الإجمالية.

- يكون واضحاً مع كافة المستويات الإدارية.

- يتعامل بموضوعية مع التعارض القائم بين الأقسام الهندسية والتسويقية والتصنيعية.
- آن يحدد ويبلغ عن كافة المشاكل.

وبصددأهمية جدولة الإنتاج الرئيسية (MPS)فتزداد أهمية الجدولة بازدياد عدد الأعمال المرغوب بانجازها وازدياد العمليات اللازمة لأدائها، أو المكائن التي يتم استخدامها لانجاز الأعمال عليها، فأن جدولة الإنتاج الرئيسية تحقق الآتي:

- تحقيق التتابع السليم في العمليات .
- تقليل وقت الانتظار.
- الاستجابة (السرعة في تلبية الطلبية).
- تقليل وقت الانجاز.
- تقليل الوقت الإضافي.
- تعظيم استخدام الموارد.
- تقليل الوقت العاطل وتخفيض الطاقات غير المستغلة.
- تقليل الخزين تحت الصنع.
- تقليل الوقت للانجاز في نظام الإنتاج ككل.

3. خصائص جدولة الإنتاج الرئيسة

ان جدولة الإنتاج الرئيسة تجزء خطة الإنتاج الإجمالية إلى جداول منتجات محددة والجدول الآتي يظهر كيفية تجزئة خطة الإنتاج الإجمالية لأنواع متعددة من الكراسي.

الجدول (1)

جدولة الإنتاج الرئيسة لأصناف من الكراسي

	آذار				نيسان			
	1	2	3	4	5	6	7	8
X1	150					150		
X2				120			120	
X3		200	200		200			200
خطة الإنتاج الرئيسة لأصناف من الكراسي	670				670			

حيث يلاحظ من خلال الجدول السابق كيفية تجزئة خطة الإنتاج الإجمالية لمجموعة من الكراسي إلى جدولة الإنتاج الرئيسة(الأسبوعية) لكل نوع محدد من الكراسي والفترة الزمنية لجدول الإنتاج الرئيسة(MPS) يمكن أن تكون (ساعات ، أيام، أسابيع، أو أشهر)، هنا الكميات المجدولة تم إظهارها على شكل أسابيع والتي يجب أن تطلق إلى الأسواق أي البدء بالتجميع النهائي وذلك للإيفاء بوعود التسليم للزبائن، ومن خلال الجدول السابق يمكن إظهارأهم خصائص الجدولة الرئيسة وهي:

1- مجموع الكميات في جدولة الإنتاج الرئيسة يجب أن تتساوى مع تلك المحددة في خطة الإنتاج الإجمالية، هذا الترابط فيما بين الخطط يعتبر ترابطاً مرغوباً فيه .

2- كميات الإنتاج الإجمالية يجب أن ترصد الأوقات، حيث أن الأنواع المحددة من مزيج الكراسي (مقدار كل نوع على شكل نسبة من مجموع الكميات الإجمالية) تعتمد على الطلب المسبق، التسويق ، الاعتبارات الترويجية، القائم بالتخطيط يجب أن يختار

أحجام مقدرة لكل نوع من الكراسي ويأخذ بنظر الاعتبار عوامل اقتصادية مثل تكاليف هيكل الإنتاج وتكاليف نقل المخزون.

3- محددات الطاقة مثل(الماكنة، طاقات العمل، المساحات الخزينة، أو رأس المال العامل) يمكن أن تحدد حجم ووقت كميات جدولة الإنتاج الرئيسية القائم بالتخطيط يجب أن يأخذ بنظر الاعتبار هذه المحددات من خلال التأكيد على ان متطلبات بعض أنواع هذه الكراسي يحتاج إلى قدر اكبر من الموارد أكثر من المنتجات الأخرى ليتم تحديد الموارد والفترة اللازمة من الإنتاج المحدد.

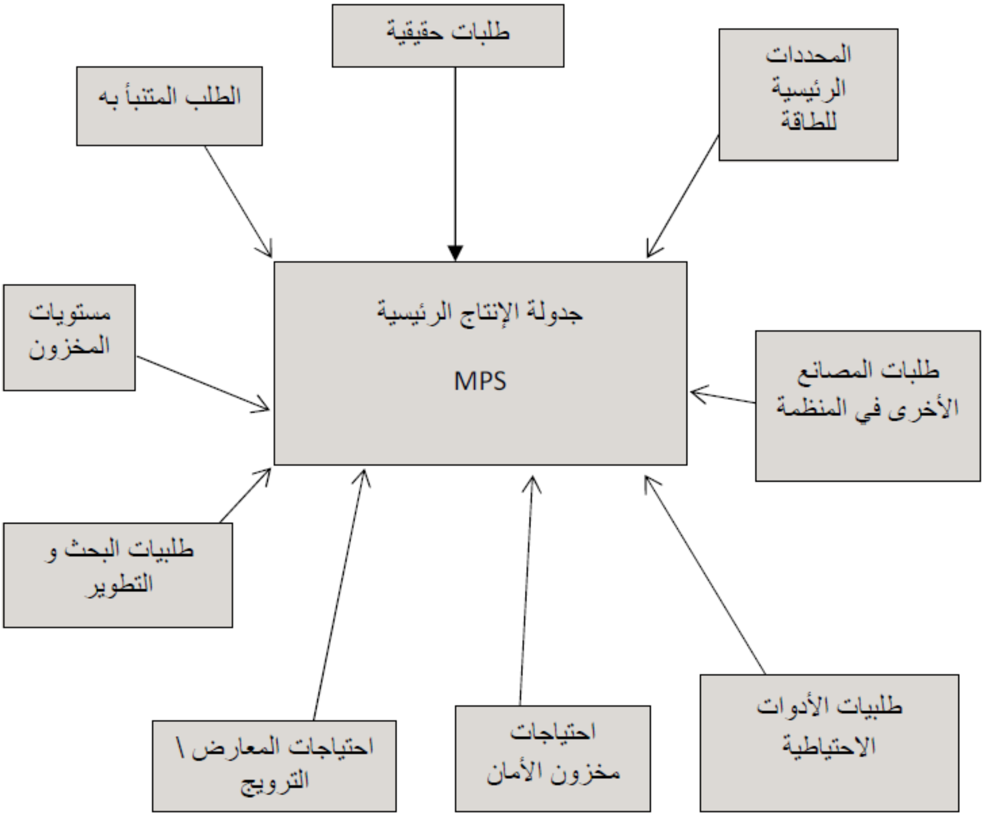
4. طريقة إعداد جدولة الإنتاج الرئيسة

بعد إقرارالإدارة العليا خطة الإنتاج و التي تمثل حالة طموح قد تتحقق و قد لاتتحقق بالكامل يصار إلى رسم جدولة الإنتاج الرئيسية يقوم بإعدادها مجدولون رئيسيون يحدد فيها الكمية الممكن إنتاجها في أوقات محددة و بالتالي تكون الوحدة الصناعية ملزمة بإنتاجها خلال الأفق الزمني لتلك الجدولة التي تم إعدادها باعتماد المعيار العام للطاقة ، إذ تعتمدها المنشاة كوحدة سيطرة مركزية فعالة لتخطيط العملية الإنتاجية و السيطرة عليها.

الخطوات الأساسية لـ (MPS) بالاتي:-

- حساب الاحتياج الإجمالي للمنتوج و يتم ذلك من خلال جمع طلبات المتنبأ بها و الأوامر لكل أسبوع و كل شهر.
- حساب كمية الإنتاج المطلوب من خلال المعادلة الآتية:
- حساب كمية الإنتاج المطلوب= مخزون أول المدة – الاحتياج الإجمالي
- حساب مخزون آخر المدة من خلال المعادلة الآتية :
- مخزون آخر المدة = (مخزون أول المدة + دفعة الإنتاج) – الاحتياج الإجمالي.

وحتى تتم عملية وضع جدولة الإنتاج الرئيسة تتطلب دراسة جميع مصادر الطلب والمحددات المؤثرة عليها والتي تعد بمثابة مدخلات لها كما موضح في الشكل التالي:



الشكل (2)

مدخلات جدولة الإنتاج الرئيسة

و لنفرض ان المصنع تلقى الطلبيات الآتية على منتجاته:

الطلبية الأولى (500) وحدة على المنتج (k) مطلوب تسليمها نهاية الأسبوع الخامس

الطلبيةالثانية (700) وحدة على المنتج (k) مطلوب تسيلمها نهاية الأسبوع الثامن

الطلبية الثالثة (1000) وحدة على المنتج (L) مطلوب تسيلمها نهاية الأسبوع الثالث

الطلبية الرابعة (300) وحدة على المنتج (L) مطلوب تسيلمها نهاية الأسبوع السابع

و إن الجدول رقم (2) يوضح جدول الإنتاج الرئيسي

الجدول رقم (2) جدول الإنتاج الرئيسي للمنتجين (K) و (L)									
الفترات (بالأسابيع)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
المنتج (K)					500			700	
المنتج (L)			1000				300		

و بشكل عام فان جدولة الإنتاج الرئيسي يقوم بوظيفتين الأولى : إن هذا الجدول يعدالأساس في تخطيط المواد و الأجزاء الداخلة في الإنتاج أو تجميع المنتج النهائي و كذلك في تخطيط الأسبقية و السعة، و الثانية أنها تقدم البيانات عن تقدير الاحتياجات طويلة الأمد حيث يكون الجدول بمثابة البيانات التاريخية تستخدم للتنبؤ بالطلب .

مثال رقم 1:

احد المصانع يقوم بتجميع احد الأجهزة الكهربائية، وقد توفرت البيانات الواردة في الجدول الادناه، علما بان مخزون البداية في المصنع (60) وحدة، و ان حجم وجبة الإنتاج في المصنع (90).

المطلوب: وضع جدول الإنتاج الرئيسي و احتساب مخزون البداية و النهاية للفترات المذكورة في الجدول .

مخزون البداية = 60 وحدة	الأسابيع									
وجبة الانتاج = 90 وحدة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الطلب المتوقع		5	30	40	50	40	50	50	50	50
طلب المصانع الأخرى			5			5			5	
طلبيات الزبائن	40	40	30	10	10	5				
طلبيات المخازن	15	10		5						

الحل:

الاحتياجات الكلية تحدد في كل أسبوع تتحدد بجمع الطلب المتوقع و الطلبيات في ذلك الأسبوع.

فمثلا: الاحتياجات الكلية في الأسبوع (1) =40 + 15 =55 وحدة

الإنتاج المطلوب يتحدد كالآتي:

الإنتاج يكون بمقدار وجبة الإنتاج إذا كان :

مخزون البداية < الاحتياجات الكلية

ولا حاجة لإنتاج وجبة الإنتاج إذا كان:

مخزون البداية > الاحتياجات الكلية

في الأسبوع (1) = 60- 55 =5 وحدة (لا حاجة للإنتاج)

في الأسبوع (2) = 5-55 =(50) وحدة مطلوبة (لذا تجدول في وجبة الإنتاج)

مخزون النهاية =(مخزون البداية + وجبة الإنتاج) – الاحتياجات الكلية

مخزون النهاية في الأسبوع (2) = (5+90) – 55 =40 وحدة

و بإجراء هذه الحسابات لكل فترات يمكن التوصل إلى جدول الإنتاج الرئيسي الأتي:

البداية =60	الأسابيع									
وجبة الإنتاج = 90 وحدة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الاحتياجات الكلية	55	55	65	55	60	50	50	50	55	50
مخزون أول المدة	60	5	40	65	10	40	80	30	70	15
الإنتاج	--	90	90	--	90	90	--	90	--	90
مخزون آخر المدة	5	40	65	10	40	80	30	70	15	55

مثال رقم (2) :

يوضح الجدول الاتى الطلب المتوقع على المنتج (س) حيث يبلغ مخزون أول المدة (60) وحدة و حجم الدفعة الإنتاج المعتمدة (90)

و المطلوب إعداد جدولة الإنتاج الرئيسية للمنتوج ؟

الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8
الطلب المتنبأ به	0	5	30	40	50	40	50	50
التنبؤ بالطلبات الداخلية	0	0	5	0	0	5	5	5
طلبات العملاء	40	40	30	10	10	5	0	0
طلبات المخازن	15	10	0	5	0	0	0	0

الحل:

يمكن إعداد جدولة الإنتاج الرئيسة وفق الخطوات آلاتية :

احتساب الاحتياج الإجمالي للمنتوج و ذلك يتم من خلال جمع الطلبات المتنبأ بها مع الأوامر لكل فترة (الأسبوع) .

احتساب كمية الإنتاج المطلوبة (دفعة الإنتاج) وفق المعادلة الآتية :

كمية الإنتاج المطلوبة = مخزون أول المدة – الاحتياج الإجمالي للمنتوج

احتساب مخزون آخر المدة لكل فترة وفقا للمعادلة الآتية :

مخزون آخر المدة = (مخزون أول المدة + دفعة الإنتاج) – (الاحتياج الإجمالي لتلك الفترة)

الأسبوع	الخطوة (1) الاحتياجات الإجمالية	الخطوة (2) كمية الإنتاج المطلوبة	الخطوة(3) مخزون آخر المدة
1	40+15= 45 وحدة	60-55=5 لاحاجة للإنتاج	60-55=5
2	5+40+15= 55 وحدة	5-55= -50	(5+90) – 55=40
3	30+5+30= 65 وحدة	40-65= -25	(40+90)-65=65
4	40+10+5= 55 وحدة	65-55=10	65-55=10
5	50+10= 60 وحدة	10-60= -50	(10+90) – 60=40
6	40+5+5= 50 وحدة	40-50= -10	(40+90) – 50= 80
7	50+0+0= 50 وحدة	80-30=50	80-50=30
8	50+0+0= 50 وحدة	40-50= -10 كل كمية سالبة تلزم وضع طلبيه بمقدارها (90) وحدة	(30+90)-50=70

وتعتمد (MPS) على مرتكزين أساسيين هما تخطيط الاحتياجات من الطاقة وطلبات السوق.

- **تخطيط الاحتياجات من الطاقة (CRP)Capacity Requirement Planning**:

يتيح نظام(MRP) مجموعة من الأوامر المخططة (أوامر الشراء و أوامر التصنيع) لكل جزء من الأجزاء المصنعة أو المشتراة، وذلك لمقابلة احتياجات الجدولة الرئيسة (MPS)، ويولد نظام(MRP) خطة المواد المبينة مع المهل الزمنية المخططة للأجزاء المصنعة أو المشتراة ، ونستفاد من مخرجات (MRP) لتخطيط احتياجات الطاقة بواسطة حساب أوامر التصنيع المخططة والفعلية من خلال المسار الموصوف في نظام السيطرة

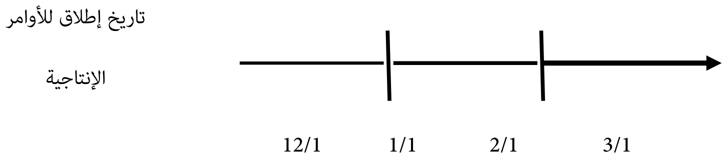
على أنشطة الإنتاج، وتعطينـا هـذه المخرجـات الحاجـة الفعليـة للطاقـة المطلوبـة في أي مركـز عمـل، وتقارن هذه الطاقة مع الطاقة المتوفرة في تحديد شروط التحميل أو الاستخدام لهذه الأجـزاء، وهنـاك أسلوبين لتخطيط الطاقة هما:

● **الجدولة إلى الأمام (For ward Scheduling)** يمثل هذا الأسلوب أساساً بالتحديد للطاقة عـلى الجدولة إلى الأمام يتم تحديد وقت الأوامر المخططة، والتي تأخذ بنظـر الاعتبـار المهـل الزمنيـة أيـضاً، وعندما يحدث أن يكون وقت الإكمال قبل تاريخ الاستحقاق يكون هناك وقت متوفر، أما عندما يكون تاريخ الإكمال بعد تاريخ الاستحقاق فعندها يكـون هنـاك تـأخير في الاسـتلام أو مايـسمى في مـصطلح الإنتاج والعمليات بنقاط الاختناق.

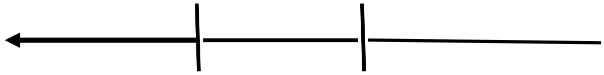
فتعرف الجدولة إلى الأمام بأنها تسلـسل العمليـات ابتـداءاً مـن تـاريخ إطـلاق الأمـر وانتهـاءاً بإكمال المنتج النهائي مع حساب المهل الزمنية بكافة أنواعها المخططة والصناعية والفعلية.

مثال/

إذا كان الإنتاج (تاريخ أطلاق الأمـر الإنتـاجي) في 12/1، عـدد الوحـدات المنتجـة (300) وحـدة والفترة الزمنية التي تحتاجها للإنتاج 3 أشهر.



● **الجدولـة إلى الخلـفBack Ward Scheduling:** يمثـل هـذا الأسـلوب أساسـاً بـالتخطيط بالاعتماد على الجدولة إلى الخلف ، ففي هذا الأسلوب يتم تحديد تاريخ الاسـتحقاق للعمليـة التـي نحن بصددها أو الطلب على المنتج مع الأخذ بنظر الاعتبار المهل الزمنية، أيضاً لحـساب (الوصـول) لتاريخ البدء بالعمليات الإنتاجية (لأول عملية) المتعاقبة، فمثلا يتم تحديد تـاريخ تـسليم المنـتج في 3/1.



فالمنظمات التي تستخدم الجدولة إلى الخلف هي شركات مقيدة والطلب على منتجاتها قليل جداً أي ليس لها حصة سوقية مقارنة بالمنظمات المنافسة وإنها ليست مسيطرة في السوق وبالتالي فالمستهلك هو الذي يسيطرأو يتحكم بمثل هذه المنظمات في حالة عدم التسليم في الوقت المحدد يفرض شرط جزائي فوائد التأخير.

مثال/

أحسب صافي الاحتياجات من المواد (NR) والطاقة الإنتاجية المخططة (CRP) للخط الإنتاجيAإذا علمت أن الوقت المتاح 15دقيقة .

الأسبوع	1	2	3	4
G.R	300	1200	1500	2000
S.R	-	-	-	-
On .H	50	-	-	-
N.R	250	1200	1500	2000
C.R.P	62.5	300	375	500

N.R= G.R+ S.R – on.H(صافي الاحتياجات)

250= 50 – 300+0 للأسبوع الأول

(الطاقة الإنتاجية المخططة) C.R.P= N.R *الوقت / عدد الساعات = 250 * 15 / 60 = 62.5 ساعة

تفاصيل الحل/

لاحتساب الطاقة الإنتاجية بالساعات نقسم على 60

$$W1\ (C.R.P) = N.R * \frac{\text{الوقت}}{\text{الساعات}}$$

$$= 250 * \frac{\mathbf{15}}{\mathbf{60}} = 62.5 \text{ ساعة}$$

$$W2\ (C.R.P) = 1200 * \frac{\mathbf{15}}{\mathbf{60}} = 300 \text{ ساعة}$$

$$W3\ (C.R.P) = 1500 * \frac{\mathbf{15}}{\mathbf{60}} = 375 \text{ ساعة}$$

$$W4\ (C.R.P) = 2000 * \frac{\mathbf{15}}{\mathbf{60}} = 500 \text{ ساعة}$$

مثال/

أحسب صافي الاحتياجات من المواد (NR) والطاقة الإنتاجية المخططة (CRP) للخط الإنتاجيB13إذا علمت أن الوقت المتاح 10 دقيقة .

الأسبوع	1	2	3	4
G.R	2700	2200	1900	1000
S.R	-	-	-	-
On .H	1100	-	-	-
N.R	1600	2200	1900	1000
C.R.P	266.6	366.6	316.6	166.6

N.R = G.R+ S.R – on.H(صافي الاحتياجات)

للأسبوع الأول =2700+0-1100=1600

$$\text{(الطاقة الإنتاجية المخططة) } C.R.P = N.R * \frac{\text{الوقت}}{\text{عدد الساعات}} = 1600 * \frac{10}{60} = 266.6$$

$$W2\ (C.R.P) = 2200 * \frac{10}{60} = 366.6 \text{ ساعة}$$

$$W3\ (C.R.P) = 1900 * \frac{10}{60} = 316.6 \text{ ساعة}$$

$$W4\ (C.R.P) = 1000 * \frac{10}{60} = 166.6 \text{ ساعة}$$

ملاحظة/ طاقة الماكينة تحدد بالوحدات فتعطى على مستوى (N.R) وعلى مستوى الساعات (/ 60) الوحدات لا تعطى.

المُدخل الثاني : التركيبة الفنية للمنتوج (Structure Product)أو قائمة المواد (Bill Of Materials -BOM)

1. مفهوم التركيبة الفنية للمنتوج أو ما يسمى قائمة المواد:

هو النوع الثاني من مدخلات نظام(MRP)، ويسمى أيضا بالتركيبة الفنية للمنتج أو قائمة الموادBill Of Material (BOM) التي يندرج ضمنها جميع العناصر التي يتكون منها المنتج و تحوى وصفا مختصرا لكل عنصر،وتحدد الكمية اللازمة من كل عنصر ووقت الانتظار لتوفيره، و تعرف قائمة المواد على انها (عبارة عن وثيقة هندسية تصف تفاصيل مكونات (صنع او تجميع) المنتج ، والمتضمنة كل الاجزاء و تعاقبها وكميتها اللازمة لكل وحدة من المنتج ومراكز العمل التي تحقق هذا التعاقب).

و أيضا يعرف (BMO)أو التركيبة الفنية للمنتوج بأنها مخطط بيـاني يحـوي عـلى كافـة الأجـزاء الداخلة في تكوين المنتج النهائي ، محددا فيها الكمية المطلوبة من كل جـزء في المـستوى الأدنى لإنتـاج وحدة واحدة في المستوى الأعلى منه وصولا إلى المنتج النهائي، و يوضح فيها الرقم الرمزي لهذه الأجـزاء المصنعة او المشتراة ، كما يحتوي أيضاً على المهل الزمنية المخططـة للحـصول عـلى الاجـزاء ،المنتجـة او المشتراة، أي إن قائمة المواد (BOM) تتضمن جميع الاجزاء والمواد الأولية والتجميعات الفرعية المطلوبة لإنتاج الوحدة الواحدة من المنتج النهائي ، لهذا فان لكل منـتج نهـائي قائمـة المـواد الخاصـة بـه، ويـتم التعبير عن المنـتج في قائمـة المـواد مـن خـلال تركيبـة المنـتج(Product Structure) والمقـصود بـه (عـدد مستويات الأجزاء اللازمة لإنتاج المنتج النهائي).

2. أهمية(BOM)

اعتمادا على ما تقدم فان أهمية(**BMO**)يظهر من خلال الآتي :

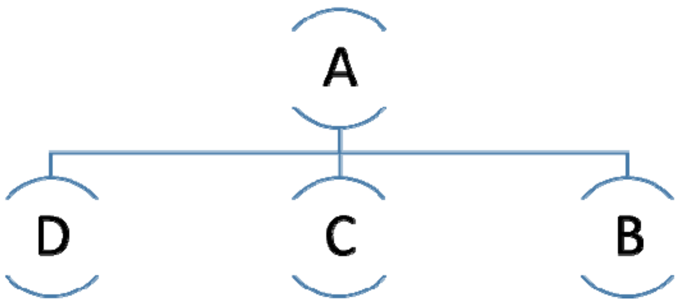
- تعتبر مخطط لمسار العمليات الإنتاجية.
- توضح المراحل المختلفة للعمليات .
- يمثل نظام رقابة على العمليات .
- يقلل من وقت الانتظار حيث يحدد الأجزاء المطلوبة بدقة في كل مرحلة .
- يقلل الخزين تحت التشغيل .

وعادة ما يتم الحصول على المعلومات الضرورية لإعداد قائمة المواد وتركيبة المنـتج مـن وثـائق تصميم المنتج وتحليل تدفق العمل والوثائق الأخرى المتعلقة بالتـصنيع القيـاسي والهندسـة الـصناعية، وبهذه المعلومات تتم تجزئة المنتج النهائي (الذي يتم إعداد جدول إنتاج رئيسي له) إلى الأجزاء المكونـة له في تركيبة المنتج ذات المستوى الواحد او ذات المستويات المتعددة .

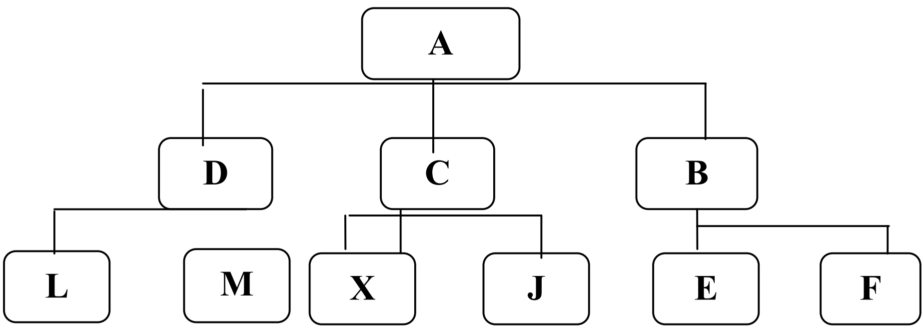
لذا فان التركيبة الفنية للمنتوج تعكس تسلسل الخطوات الـضرورية لإنتـاج المنـتج والعلاقـات التي تربط بين الأجزاء والمكونات فالمستوى الأعلى يأخذ الرقم صفر ويمثل المنتج النهـائي في حـين يأخـذ التجمع الفرعي المستوى الأول وهكذا فان أدنى مستوى في التركيبة يأخذ اكبر رقم .

مستويات التركيبة الفنية للمنتوج (BOM)

- تركيبة المنتج ذات المستوى الواحد تشمل على المنتج والأجزاء المكونة له مباشرة وهذه تعتبر حالة خاصة أي إن الأجزاء الفرعية ليس لها فروع ثانوية وتساهم مباشرة في تكوين المنتج النهـائي،وكما هو موضح في الشكل أدناه :



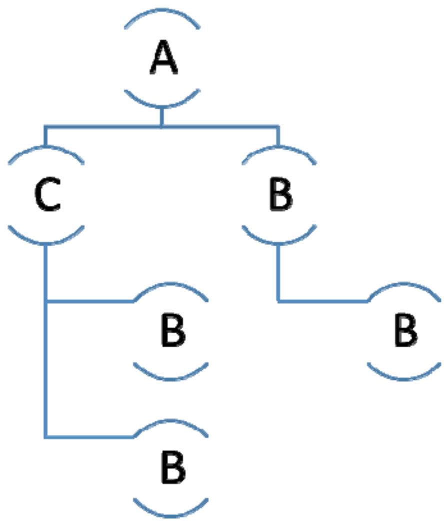
- أما تركيبة المنتج ذات المستويات المتعددة فإنها تكـون ذات هيكليـة تـشبه الهـرم متعـددة المستويات وكالاتي:



3. مزايا تركيبة المنتج (BOM)

يمكن تحديد مزايا تركيبة المنتج في أنها مفيدة لتحديد كميـة الاحتياجـات مـن الأجـزاء في كـل وحدة من المنتج ومن ثم تحديد الاحتياجات الكلية مـن الأجـزاء وذلـك بـضرب عـدد وحـدات الجـزء الداخلة في وحدة المنتج النهائي بالكمية المطلوبة من المنتج النهائي (حجم الطلبية) .

وعند احتساب الاحتياجات يتم البدء بذلك من الأعلى إلى الأسفل مع مراعاة ما يـسمى بترميـز المـستوى الأدنى (LOW-LEVEL CODING) أي إن يـتم وضـع المـادة او الجـزء الـذي يظهـر في عـدة مستويات في تركيبة المنتج في المستوى الأدنى وكما موضح بالاتي :



وتمثل التركيبة الفنية للمنتوج الملف الاسـتدلالي الأول الـذي عـن طريقـه يقـوم نظـام (MRP) باحتساب إجمالي الاحتياجات من المواد ذات الطلب المـشتق عـلى الأجـزاء والمـواد والمكونـات اللازمـة للإيفاء بمتطلبات الجدولة الرئيسية للإنتاج لذا فان حدوث اي خطا في محتويات التركيبة الفنيـة يعنـي عدم تهيئة المستلزمات المادية للإنتاج بالشكل الصحيح لإتمامالمنتج المراد إنتاجهأو تجميعـه مـما يزيـد تراكم الأجزاء تحت الصنع (Work In Process) نتيجة انتظار هذه الأجزاء لفـترات زمنيـة طويلـة لحـين إرسال الأجزاء المفقودة او المتممة لعملية التجميع وهذا بدوره يؤثر سلبا على انسيابية المنـتج بـشكل

صحيح في خطوط الإنتاج وبالتالي عدم الإيفاء بالتزامات المنظمة تجاه زبائنها بتسليم المنتج النهائي بالكمية المطلوبة وبالتواريخ المتفق عليها وهذا سبب مهم وضرورة أكيدة لتحقيق تركيبة فنية دقيقة لضمان معالجة أساسية وتطبيق فعال لنظام (MRP).

وقد تتعدد التركيبة الفنية للمنتوج (BOM)فتستخدم واحدة منها من قبل الهندسة الصناعية والأخرى في العمليات الصناعية والثالثة لتقدير الكلفة، وقد تختلف الواحدة عن الأخرى إلا أنها ضمن نظام (MRP) تكون التركيبة الفنية للمنتوج هي واحدة تستخدم لجميع الجهات ويتم احتساب المواد والتراكيب والأجزاء الداخلة في تركيب المنتج النهائي بواسطة الحاسوب، ويجب إن تكون صحيحة وتبين كيفية صناعة المنتج النهائي وتكون قابلة لإجراء تغيرات مستمرة عند إعادة تصميم المنتج، ولضمان الدقة والصحة فيها تتجلى ضرورة خزنها في ذاكرة الحاسوب التي تعد بمثابة وثيقة او مرجع مشترك تخدم مختلف أقسام وحدات المنظمة .

4. مجالات استخدام التركيبة الفنية للمنتوج (BOM)

تستخدم التركيبة الفنية للمنتوج في المجالات الآتية :_

- تحديد المنتج وتميزه عن بقية المنتجات .
- تسهيل التنبؤ بخصائص المنتج الاختياري و خلق أوإعادة تصميم منتوج جديد او تجميع نهائي وهذا ضروري لتخطيط المواد الصناعية
- السماح لجدول الإنتاج الرئيسية بتعيين اقل عدد من الوحدات النهائية الممكنة .
- السماح الأوامر العملاء بالدخول بسهولة سواء من حيث تحديد الكميات أو تحديد الخصائص الشكلية الاختيارية .
- توفير أساس لحساب كلفة المنتج
- تسهيل التخطيط والسيطرة على المشتريات باختيار التسهيلات الصناعية المناسب
- تخطيط أسبقيات تصنيع مكونات التركيبة إذ يجب إطلاقا لأوامر في الوقت المناسب مع تحديد تاريخ الاستحقاق الصحيح ، ويجب الحفاظ على تواريخ الاستحقاق .

5. أنواع قائمة المواد (BOM):

تتكون أنواع قائمة المواد من الآتي :

1- التركيبة الفنية المعيارية (Modular BOM):-

تتكون هذه التركيبة من خلال التجاميع الفرعية للمنتوج أو تنظم وفق خيارات المنتج كما هي الحال في بعض المنظمات الصناعية التي تنتج منتجاتها على شكل نمازج متعددة مثل صناعة الطائرات والسيارات أو المعدات الزراعية فلو افترضنا إن شركة صناعة السيارات تنتج السيارات بعشرة أنواع من المحركات وعشرة أنواع من الهياكل الخارجية في مثل هذه الحالة يجب تهيئة (100) تركيبة فنية (10*10) باعتبار اختلاف التركيبة الفنية حسب كل نموذج ، مما يتطلب بذل جهود كبيرة في إدامة وخزن حجم هائل من البيانات التشغيلية المتعلقة بالتراكيب الفنية أعلاه، ولتجنب مثل هذه المشاكل تعتمد التركيبة الفنية المعيارية والتي تمثل التراكيب الأساسية للنماذج الرئيسية مثل المحرك والهيكل الخارجي ففي مثالنا أعلاه ستكون هناك (20) تركيبة فنية (10*10) بدلا من (100) تركيبة لذلك تتجلى أهداف التركيبة الفنية المعيارية بنقل الخصائص أو السمات المشتركة الاختيارية للمنتوج وعزل الأجزاء العامة عن الأجزاء الخاصة ،كما إن استخدام هذا النوع من التركيبة مفيد للشركات التي تعمل في ظروف المنافسة مع شركات أخرى مماثلة خاصة إذا كانت الزمنية التجميعية لمنتجاتها طويلة نسبيا .

2- التركيبة الفنية العالمية أو(العابرة) (Transient BOM) :-

يفترض منطق المعالجة لنظام (MRP) إن التجاميع الفرعية تعرف بالتركيبة الفنية للمنتوج وهي الوحدات التي تدخل ضمن المخزون بعد صناعتها أو شراءها وبعد ذلك يتم إطلاقها من المخازن لتدخل في الصناعة التجميعية لمستوى أعلىإلا إن بعض التجاميع الفرعية لا تدخل إلى المخازن بعد الانتهاء من تصنيعها وإنما تدخل مباشرة إلى التجميع النهائي ، ومثل هذه التجاميع يجب إن ترمز وفق نظام (MRP) ولا يمكن إن تطلق لها أوامر مخططة لوحدها لذلك تعتبر المهل الزمنية مساوية للصفر.

3- التركيبة الفنية الكاذبة (Pseudo BOM) :-

يرتبط استخدام هذا النوع من التراكيب التي يتم شرائها كوحدات مصنعة من خارج المنظمة فعلى الرغم من ظهور الأجزاء والمواد الأولية المكونة لهذه الوحدة المصنعة المشتراة في التركيبة الفنية للمنتوج النهائي فان نظام (MRP) سيعامل هذا الجزء كتركيبة ويهمل احتساب مستلزماتها المادية أو الطاقة الإنتاجية اللازمة لتصنيعها .

4- التركيبة الفنية الهيكلية (PhantomBOM) :-

ترتبط هذه التركيبة بمجموعة من الأجزاء التي يتم إنتاجها بوقت اقل من حجم وحدة الفترة التخطيطية المعتمدة من قبل نظام (MRP) ويستحدث ضمن هذه التركيبة عمود للأجزاء المشتركة في التراكيب الفنية للمنتوجات المختلفة، إذ يتم الفصل بين الأجزاء المشتركة الأحاديةأو المنفردة ولا تستعمل هذه التراكيب للتجميع النهائي إلاأنها وسيلة جيدة لتسهيل تخطيط المواد .

ولحساب مستويات التركيبة الفنية للمنتوج أو طرق حساب (BOM) يوجد خمسة مستويات لحساب قائمة المواد وهي كالآتي :

- **تقرير الاحتساب التنازلي أحادي المستوى :**

يبين هذا النوع من التقرير الأجزاء التي تدخل في المنتج النهائي بشكل مباشر ويستفاد من هذا التقرير في إعداد قائمة المواد الواجب سحبها من المخازن لغرض إطلاق أمرالإنتاج أو الشراء المتعلق بالتجميع النهائي للمنتوج .

- **تقرير الحساب التنازلي المتعدد المستويات :**

يوضح هذا التقرير كافة الأجزاء التي تدخل في إنتاج المنتج النهائي بشكل مباشر أو غير مباشر ويستفاد من هذا التقرير في تزويد الإدارة العليا بالتقارير الحديثة عن (BOM) والتي تستخدم في (MRP) إضافةإلى تحديد الاحتياجات بشكل تفصيلي عن الأجزاء في كل مستويات (BOM).

- **تقرير الحساب التنازلي المختصر :**

يعتبر هذا التقرير مشابه للنوع الثاني إلا انه يظهر الأجزاء المطلوبة لكل جزء بشكل إجمالي .

- **تقرير الحساب التصاعدي أحادي المستوى :**

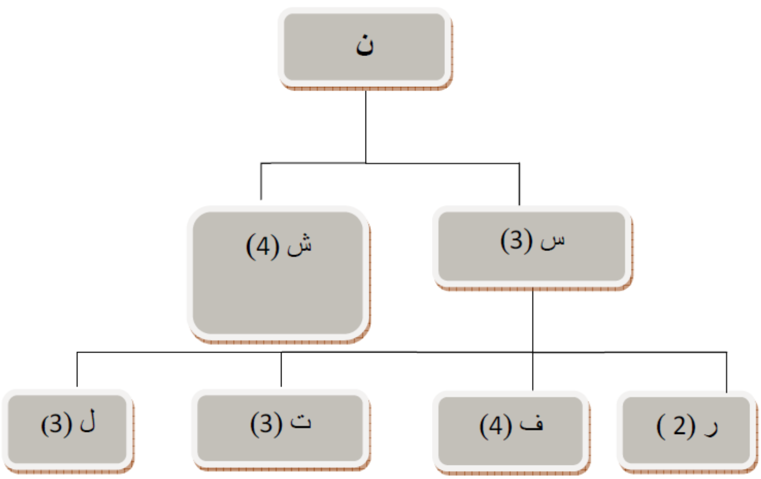
يوضح هذا التقرير مكان استخدام الجزء أو المادة في المنتج النهائي .

- **تقرير الحساب التصاعدي المتعدد المستويات :**

يوضح هذا التقرير مكان استخدام الجزء أو المادة المراد إعداد التقرير لها في المنتج النهائي مع بيان ظهورها في المستويات ويفيد هذا التقرير المهندسين والمشرفين على الإنتاج لبيان مكان الاستخدام وتوقيت الاستخدام للجزء .

<u>مثال/</u>

احسب الاحتياج الصافي للأجزاء (س ، ش ، ر ، ف ، ت ، ل) للتركيبة الفنية أدناه من اجل إنتاج (100 وحدة) من المنتج التام (ن) وكانت بيانات المنتج للأجزاء أعلاه كما مبين في التركيبة أدناه :



وكانت البيانات الموجودة عن المخزون الفعلي كما يـلي (س= 20) (ش= 10) (ر= 30) (ف = 20) (ت = 10) (ل = 20)

الاحتياج الإجمالي = عدد وحدات الجزء الداخلة في وحـدة المنـتج النهـائي (التكـرار) * الكميـة المطلوبة من المنتج النهائي (حجم الطلبية)

الاحتياج الصافي = الاحتياج الإجمالي – الخزين الفعلي

<u>الحل /</u>

اسم الجزء	الاحتياج الإجمالي	الخزين الفعلي	الاحتياج الصافي
ن	100	صفر	100
س	300=100*3	20	280
ش	400 = 100*4	10	390
ر	560 = 280*2	30	530
ف	1120 =280*4	20	1100
ت	840 = 280*3	15	825
ل	840 = 280 *3	20	820

المُدخل الثالث: سجلات المخزون (Inventory Records)

1- مفهوم سجلات المخزون:

يتطلب نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) المعلومات التي تتضمنها سجلات المخزون لان هذه السجلات تحوي معلومات كثيرة عن كل عنصر ينـتج أو يـشتري أو يخـزن في النظـام.تتـضمن سجلات المخزون معلومات عن كميات المخزون المتاح كميات الطلبيـات المجـدول تـسلمها في مواعيـد لاحقة محددة،سياسة تحديد حجم الدفعة،مخزون الأمان،فترة الانتظار.

توفر هذه السجلات معلومات أخرى مثل وصف مفصل للعنصر،رقم الصنف(الرقم الرمزي) للعنصر لربط هذه السجلات بالمعلومات الأخرى بقاعدة بيانات (MRP)،كميات الاستخدام السابقة، كلفة الاحتفاظ بالوحدة، كلفة الإعداد والتهيئة أو إصدار الطلبية، ونقطة إعادة الطلب. ان دقة سجلات المخزون ضرورية وأساسية لكي يعمل (MRP) بشكل صحيح، لذلك يجب تحديث هذه السجلات باستمرار من خلال عكس نتائج قيود ومعلومات المخزون التي تحدث يوميا عندما يتم إطلاق طلبيات جديدة، تسلم الطلبيات المجدول تسلمها من قبل في مواعيد محددة، تحديد تواريخ الاستحقاق للطلبيات المجدول تسلمها، سحب مواد وأجزاء من المخزون، إلغاء طلبيات، تصحيح أخطاء المخزون، رفض شحنات، تحقق مخلفات أو وحدات معينة، ومرتجعات (مردودات) المخزون...الخ. إن تسجيل هذه القيود والمعلومات بشكل مستمر وتحديث نتائجها في السجلات أساسي وضروري للحفاظ على أرصدة دقيقة لسجلات المخزون.

2- أهمية سجلات المخزون:

أن سجل مخزون(MRP) أو مصفوفة(MRP) تقسم المستقبل إلى فترات زمنية تدعى"حجرات أو فواصل زمنية Time Buckets" أسبوعية على الأغلب أو أي فترات زمنية أخرى، وتبين لنا سياسة حجم الدفعة وفترة الانتظار، وبيانات مختلفة مبوبة أو محددة وفق توقيتات زمنية تضم الاحتياجات الإجمالية، الطلبيات المجدول تسلمها، المخزون المتاحٍ،صافي الاحتياجات، الإكمال/التسلم المخطط للطلبيات،الإطلاق المخطط للطلبيات (دفعات إنتاج /طلبيات شراء).

تعد كمية مخزون الأمان مسألة إدارية مهمة لمواجهة ظروف عدم التأكد بسب تأثير عوامل خارجية تؤدي إلى تذبذب كميات الطلب على المنتجات ، أو نتيجة عدم القدرة على التحكم بالمجهزين أو بعوامل أخرى داخلية تؤدي إلى عدم دقة كميات المواد الأولية اللازمة .

ويكون مخزون الأمان أكثر أهمية وتعقيدا للمواد ذات الطلب المعتمد مقارنة بالطلب المستقل لذلك تتجلى في ظل نظام (MRP) ضرورات استخدام مخزون الأمان بالشكل الذي يقلل الخزين إلى أدنى حد ممكن،من خلال دمج كميته مع الكميات المجدول استلامها، ويجب ان لا يقل رصيد مخزون الأمان بهدف المحافظة على مستويات المخزون وبما يساوي كمية مخزون الأمان، هنالك مبررات عديدة تستوجب الاحتفاظ بمخزون الأمان وهي:-

- إن نظام (MRP) يعتمد على مدخل الجدولة من الخلف، لأنه يجدول الطلبية من موعد التسليم ويرتد إلى الخلف ليحدد موعد إطلاق الطلبية قبل موعد التسليم بفترة زمنية مساوية لوقت انتظار إنتاجها، ومثل هذه العملية قد يعرض الطلبية للتأخير عند ظهور أية إحداث غير متوقعة (مثل عطل الآلة هو تأخر المواد وغيرها) مما يتطلب الاحتفاظ بمخزون الأمان لمواجهة هذه الإحداث غير المتوقعة.
- إن أخطاء التنبؤ والتذبذب العشوائي للطلب على المنتج النهائي والأجزاء يجعل الاحتفاظ الأمان ضرورة لابد منها لمواجهة هذا التذبذب فضلا عن حالات عدم التأكد في الطلب والتنبؤ .
- يعد مخزون الأمان مطلوبا على مستوى الأجزاء والمواد الأولية فضلا لأهميتها للمنتوجات النهائية بسب تباين مخرجات العمليات أي وجود موارد تعاني من الاختناق وموارد أخرى لاتعاني من ذلك مما يجعل من الملائم استخدام مخزون الأمان عند الموارد ذات الاختناقات.

3- محتويات سجل مخزون MRP:

أ. الاحتياجات الإجمالية

هي كمية الطلب الواقع على عنصر معين في مدة زمنية معينة عادة تكون أسبوعية في نظام (MRP)، أن هذه الكمية، لعنصر نهائي أو منتوج نهائي، يتم الحصول عليها من الجدول الرئيس للإنتاج (MRP) _ كما ترد في الجدول _ وتمثل طلبات الزبائن الحقيقة والطلب المتنبأ به وما ينتج لإغراض الاستبدال.أما بالنسبة لعنصر معين يقع في مستوى أسفل في التركيبة الفنية للمنتوج ،فان كمية الاحتياجات الإجمالية تشتق أو تؤخذ من

سطر "الإطلاق المخطط للطلبيات "للعناصر _ الأبوية التي يدخل في إنتاجها ذلك العنصر.

ب. الطلبيات المفتوحة

وتسمى أحيانا " الطلبيات المفتوحة " وهي تمثل كمية الأجزاء أو المواد التي سبق وان تم أطلاق أمر انتاجها (دفعة إنتاج) أوامر شرائها (طلبية شراء) ولم يتم إكمالها أو تسلمها لحد ألان ، ويتوقع أن تصل أو يتم أكمالها في موعد محدد، وحالما يتم إطلاق الطلبية المخطط لها فإنها تصبح طلبية مجدولة التسلم .

ت. **المخزون المتاح تحت اليد المخطط الاحتفاظ به**

وهي تمثل الكمية أو المقدار المتوقع من المخزون المخطط الاحتفاظ به في نهاية فترة معينة بعد أن يتم إشباع الاحتياجات الإجمالية لتلك الفترة ، والذي سيكون متاحا لمقابلة الطلب في فترات لاحقة. يحسب المخزون المتاح في نهاية الفترة الحالية عن طريق طرح الاحتياجات الإجمالية للفترة الحالية من مجموع (الطلبيات المفتوحة المجدول تسلمها في الفترة الحالية +الطلبيات المخطط أكمالها / تسلمها في الفترة الحالية +المخزون المتاح في نهاية الفترة السابقة).

ث. **صافي الاحتياجات**

هي كمية الاحتياجات الصافية المطلوبة من عنصرٍ ما والتي يجب إنتاجهاأو شراؤها .ويتم حسابها لفترة معينة من خلال طرح مجموع (الطلبيات المفتوحة المجدول تسلمها لنفس الفترة، والمخزون المتاح للفترة السابقة) من الاحتياجات الإجمالية للفترة ذاتها. وعندما تحتفظ الإدارة بمخزون أمان، ولغرض حساب صافي الاحتياجات يجب إضافة مخزون الأمان إلى الاحتياجات الإجمالية لعدم السماح بان ينخفض مستوى المخزون المتاح دون مستوى مخزون الأمان.

ج. **الطلبيات المخطط إكمالها / تسلمها**

أو تدعى أيضا ب" مواعيد إكمال/تسلم الطلبيات المخططة"، هي كمية المواد أو الأجزاء التي سيتم إنتاجها داخل المصنع أو طلب شراؤها من المجهز، وقد خططت تواريخ استحقاقها " مواعيد إكمال إنتاجها داخل المصنع ، أو مواعيد تسلمها من

المجهـزين " في بدايـة فـترة زمنيـة معينـة ضـمن فـترات الأفـق الزمنـي لـسجل مخـزون (MRP) لـكي تقابل"صافي الاحتياجات" المجدولـة لـنفس الفترة،وكميـة الطلبيـة هنـا قـد تـساوي نفـس كميـة صـافي الاحتياجات"عندما تعتمد الإدارة سياسة حجم الدفعة المكافئة للاحتياج"أو اكبر من صـافي الاحتياجـات عندما تتبع سياسة أخرى لحجم الدفعة .أن الطلبيات المـشار إليهـا في هـذا الـصف في سـجل مخـزون (MRP) لم يتم إصدارها لحد ألان ، بـل أن الفـترة الزمنيـة التـي تظهـر فيهـا هنـا تمثـل تـاريخ إكمالهـا /تسلمها المخطط أو المتوقع .

ح. الطلبيات المخطط إطلاقها

وتدعى أيضا ب" مواعيد إطلاق الطلبيات المخطط إنتاجها أو شراؤها ". إن الطلبيات المخطـط إكمالها أو تسلمها لكي يتم إكمال انتاجها أو تسلمها من المجهزين في تواريخ اسـتحقاقها، يـتم أطلاقهـا بمواعيد مبكر تسبق تواريخ استحقاقها بما يكافئ أو يعادل فترات الانتظـار للإنتـاج أو الـشراء . لـذلك فان هذا الصف من سـجل(MRP)يبـين لنـا مواعيـد إطـلاق أوامـر الإنتاج،طلبيـات الـشراء وان كميـات الطلبيات التي تظهر هنا لعنصر معين تمثل الاحتياجات الإجمالية للعناصر التابعـة لهـذا العنـصر التـي تقع في مستوى أدنى من التركيبة الفنية للمنتوج بعد أن يتم ضربها بكمية الاستخدام .

خ. حجم الدفعة

هي كمية الوحدات التي تم طلبها عند الشراء أو تصنيعها في أمر الإنتاج .

د. مخزون الأمان

تعد كمية مخزون الأمان مسألة إدارية مهمة لمواجهة ظروف عدم التأكد بسب تأثير عوامل خارجية تؤدي إلى تذبذب كميات الطلب على المنتجات ، أو نتيجة عـدم القـدرة عـلى الـتحكم بـالمجهزين أو بعوامـل أخرى داخلية تؤدي إلى عدم دقة كميات المواد الأولية اللازمة .

ويكون مخزون الأمان أكثر أهمية وتعقيدا للمـواد ذات الطلـب المعتمـد مقارنـة بالطلـب المستقبل لذلك تتجلى في ظل نظام (MRP) ضرورات استخدام مخزون الأمان بالشكل الـذي يقلـل الخزين إلى أدنى حد ممكن،من خلال دمـج كميتـه مـع الكميـات المجـدول اسـتلامها،ويجب أن لا يقل رصيد المخزون الأمان بهدف المحافظة عـلى مـستويات المخـزون وبمـا يـساوي كميـة مخـزون الأمان .

سادساً /عمليات نظام (MRP): تسوية المهل الزمنية

بعد قيام النظام بتحديد كمية أوامر الشراء و أوامر الإنتاج المخططة للإطلاق لكل جزء من أجزاءالمنتج (أ) يكون قد أجاب على السؤال المتعلق بتحديد الكمية الواجب شراؤها أو إنتاجها لغرض تلبية محتويات جدولة الإنتاج الرئيسة من حيث الكمية المراد إنتاجها.

أما بخصوص توقيت أوامر الشراء و أوامر الإنتاج، أي متى يتم إطلاقها، فإن النظام يجيب على هذا السؤال من خلال تسوية المهل الزمنية، والتي يقصد بها التحديد المبكر لتواريخ إطلاق أوامرالإنتاج وأوامر الشراء المتعلقة بالاحتياجات من أجزاء المنتج باعتماد المهل الزمنية المخططة لهذه الأجزاء، بحيث تتزامن تواريخ استحقاقها وفقاً لمتطلبات العملية الإنتاجية وبالتالي تلبية محتويات جدولة الإنتاج الرئيسة ضمن الوقت المحدد لها.

ويمكن توضيح ذلك من خلال الجدول أدناه حيث اعتمد نظام تخطيط الاحتياجات من المواد الصناعية الأسبوع السادس والذي يمثل تاريخ الاستحقاق لأوامر الإنتاج المتعلق بتجميع المنتج النهائي (أ). ولتحديد تاريخ الإطلاق لهذا الأمر على ضوء المهل الزمنية اللازمة لتجميعه والتي هي أسبوع واحد، ويتم وفقاً للصيغة التالية:

تاريخ الإطلاق للمنتوج النهائي (أ) = تاريخ استحقاق الأمر ــ المهل الزمنية له.

= الأسبوع السادس ــ أسبوع واحد = الأسبوع الخامس

الجدول الآتي يوضح الإجراءات المتبعة من قبل نظام تخطيط المواد الصناعية لتخطيط مكونات المنتج النهائي (أ) :

المنتج النهائي(أ)   المهل الزمنية = 1   حجم الدفعة=حجم الدفعة المساوي للاحتياج

الأسبوع	1	2	3	4	5	6					
الاحتياج الإجمالي						100					
المجدول استلامه					30	-					
الموجود الفعلي	20	20	20	20	50	-50					
الاحتياج الصافي						50					
الأوامر المخططة للإطلاق					50						

الجزء المشتري(ب)   المهل الزمنية = 2   حجم الدفعة=حجم الدفعة المساوي للاحتياج

الأسبوع	1	2	3	4	5	6					
الاحتياج الإجمالي					150						
المجدول استلامه			30								
الموجود الفعلي	10	10	40	40	-110						
الاحتياج الصافي					110						
الأوامر المخططة للإطلاق			110								

التجميع الفرعي(ج)   المهل الزمنية = 1   حجم الدفعة = حجم الدفعة المساوي للاحتياج

الأسبوع	1	2	3	4	5	6					
الاحتياج الإجمالي					100						
المجدول استلامه	25										
الموجود الفعلي 15	40	40	40	40	-60						
الاحتياج الصافي					60						
الأوامر المخططة للإطلاق				60							
الأسبوع	1	2	3	4	5	6					
الاحتياج الإجمالي					100						
المجدول استلامه	25										
الموجود الفعلي 15	40	40	40	40	-60						
الاحتياج الصافي					60						
الأوامر المخططة للإطلاق				60							

المادة الأولية (د)   المهل الزمنية = 2   حجم الدفعة = حجم الدفعة المساوي للاحتياج

الأسبوع	1	2	3	4	5	6					
الاحتياج الإجمالي				300							
المجدول استلامه											
الموجود الفعلي	100	100	100	-200							
الاحتياج الصافي				200							
الأوامر المخططة للإطلاق		200									

المادة الأولية (هـ)   المهل الزمنية = 3   حجم الدفعة = حجم الدفعة المساوي للاحتياج

الأسبوع	1	2	3	4	5	6					
الاحتياج الإجمالي				180							
المجدول استلامه											
الموجود الفعلي	80	80	80	-100							
الاحتياج الصافي				100							
الأوامر المخططة للإطلاق	100										

فبالنسبة للاحتياج الإجمالي للمنتوج النهائي (أ)، الوارد في المثال ، والمتمثل في (100) وحـدة تـم اخذ من جدولة الإنتاج مباشرة، أما الاحتياج الإجمالي لأجـزاء المنـتج (أ) والموضـح في الجـدول رقـم (3) فقد تم احتسابه وفقاً للصيغة التالية:

الاحتياج الإجمالي للجزء = [الاحتياج الصافي من الوحدة ذات المستوى الأعلى المباشر] × [تكرار الجزء المحسوب في الوحدة ذات المستوى الأعلى المباشر]

فعلى سبيل المثال تم احتساب الاحتياج الإجمالي للجزء (ب) كما يلي:

[50 وحدة الاحتياج الصافي من المنتج] × [3 تكرار الجزء (ب) في إنتاج الوحدة الواحدة من(أ)] = 150 وحدة من (ب)

إن تاريخ الإطلاق للمنتوج النهائي (أ) سيعتمده النظام كتاريخ استحقاق للتجميع شبه النهائي (ج). وللجزء المشتري (ب) ومن ثم يبدأ بتحديد تواريخ الإطلاق لهذين الجزأين وذلك بطرح المهل الزمنية لكلاً منها من تاريخ استحقاقهما وبنفس الطريقة يتم تحديد تواريخ إطلاق أوامر الشراء المتعلقة بالمواد الأولية (د) ، (هـ) .

ومن خلال ما تقدم تبرز قدرة النظام في خلق التزامن بين الاحتياجات المخططة من الأجزاء وفقاً لتاريخ استحقاق المنتج النهائي وهذا مايعرف بالجدولة الى الخلف، وكما هو موضح ذلك في الجداول السابقة، وبذلك فان نظام تخطيط الاحتياجات من المواد الصناعية جعل المهل الزمنية ذات طبيعة ديناميكية بالمقارنة مع أسلوب نقطة إعادة الطلب.

سابعاً /مخرجات نظام (MRP)

يزود نظام (MRP)الإدارة بعدد من التقارير والجداول والإشعارات التي تساعد في إدارة مخزون الطلب المعتمد لذلك تتمثل المخرجات بالاتي:

1- **إشعارات العمل أو الحركة:** هي مذكرات يجري توليدها بواسطة الحاسوب وتبين الحاجة إلى إطلاق أمرأو تعديل تاريخ استحقاق الأمر المجدول وتسليمه ويمكن أن تكون مقتصرة على تحديد رقم الجزء والكمية المطلوب إطلاقها وتاريخ الاحتياج.

2- **تقارير الطاقة:**إن نظام (MRP) لا يأخذ بنظر الاعتبار محددات الطاقة عند احتسابه للأوامر المخططة لذلك يجب تحديد الاحتياجات من الطاقة لمقابلة خطة الاحتياجات المادية ، وفيما يلي توضيح لهذه التقارير:

- **تقارير الاحتياجات من الطاقة:**إن عملية التخطيط والرقابة على موارد المنظمة (مكائن، معدات، أفراد) تتطلب من الإدارة التخطيط والرقابة على الطاقة المتاحة واستخدامها بشكل أمثل لتحقيق أهداف المنظمة، وان (CRP) تعبر عن الجهود المبذولة لخلق التوافق بين خطة الإنتاج والطاقة الإنتاجية، اذ يمكن هذا النظام من تحديد نقاط الاختناق في بعض مراكز العمل في الوقت المناسب واتخاذ الإجراءات الكافية بحلها ، وهناك عدة أنواع للطاقة وهي:

- **الطاقة التصميمية :** وتقاس من خلال (الكتالوكات، المنظمات المشابهة، المقاييس العالمية، معايير محلية، جهد المنظمة؛ اذ تحتسب من خلال دراسة الوقت والحركة حيث تصور العامل وتقيس مهارته وتأخذ القراءات في أوقات مختلفة(صباحاً وظهراً، وعصراً) وبدون أن يعرف العامل.

- **الطاقة المتاحة:**

الطاقة المتاحة = الطاقة القصوى –10% للمنظمات الاستهلاكية

= الطاقة القصوى –15% للمنظمات الإستخراجية

الطاقة المخططة = الطاقة المتاحة + التصميمية / 2

وعند قياس تقييم الأداء فانه يكون بهذه الطريقة = الفعلية / المتاحة

- **الطاقة الفعلية:** هي ماتنتجه المنظمة فعلاً .

3- **تقارير المدخلات والمخرجات** : هي إحدى تقارير الطاقة التي تقارن بين المدخلات المخطط من التقارير(CRP) من المدخلات الفعلية من جهة ، والمخرجات الفعلية من جهة أخرى ويتبين من هذه التقارير ما إذا كانت محطات العمل تعمل بالكفاءة المتوقعة وتساعد المدراء على تحديد مصادر مشكلات الطاقة وان المخرجات الحقيقية قد تخفق أمام المخرجات المخططة لسببين رئيسيين كأن يكون هناك نقص في المدخلات أو نقص في الطاقة.

4- **تقارير أخرى أو التقارير الثانوية:** مثل تقارير الاستثناء التي تشير إلى الأخطاء والخروج عن المعدل المحدد كالتأخير وتجاوز موعد الاستحقاق وتقاريره التي تستخدم في التنبؤ بالخزين مستقبلاً، وتقارير رقابة الأداء (Performance control report) وتقارير طلبيات الشراء حيث ترسل إلى إدارة المشتريات للشروع في تهيئة المواد.

قائمة المصادر

أولاُ: المصادر باللغة العربية

1- إيمان صالح عبد الفتاح، (2007)، **الأساليب الالكترونية في التخطيط و الرقابة على المخزون**، كلية التجارة، جامعة قناة سويس، القاهرة، مصر.

2- أمغار، جمال، (2008)، **دور تطبيق نظام MRPفي تحسين تسيير وظيفة الإنتاج لمؤسسة صناعية**/ دراسة حالة بالمؤسسة الوطنية لأجهزة القياس و مراقبة **AMC**، رسالة الماجستير المنشورة ، جامعة الحاج لحضر- باتنة ، كلية العلوم الاقتصادية، الجزائر .

3- اللامي، غسان قاسم داود والبياتي،أميرة شكر ولي، (2008)، **إدارة الإنتاج والعمليات مرتكزات معرفية وكمية**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع،عمان –الأردن .

4- العلي، عبد الستار محمد،(2007)،**التخطيط و السيطرة على الإنتاج و العمليات**، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان ، الأردن.

5- زمزير، منعم ، (2008)، **إدارة الإنتاج والعمليات**، دار زهران للنشر والتوزيع، عمان- الأردن.

6- محسن، عبد الكريم، والنجار، صباح مجيد، **إدارةالإنتاج والعمليات**، 2009، الطبعة الثالثة، دار وائل للنشر، عمان، الأردن.

7- نجم، عبود،**إدارة العمليات**،(2007)، الطبعة الأولى، دار المناهج للنشر و التوزيع، عمان،الأردن .

ثانياً: المصادر باللغة الانكليزية

1- Chase، Richard B.، Aquilano، Nicholas J. & Jacobs F.، Robert، (2001)،**Operation Management for Competitive Advantage**، 9th edition، Mc Graw-Hill، Companies، Inc.، New York، USA.

2- Davis، Mark M.، Aquilano، Nicholas J.،&Case، Richard B.، (2003)،**Fundamentals of Operation Management**، 4th edition، Mc Graw-Hill Companies، Inc.، New York، USA.

3- Gaither، Norman & Frazier، Greg، (2002)،**Operation Management**، 9th edition، South-Western، USA.

4- Iasya، A.، Yuanita H.، (2015)،**Material Requirement Planning Analysis in Micro، Small and Medium Enterprise Case Study**: Groove line- an Apparel Outsourcing Company Final Project. Journal of Business and Management.، Vol. 4، No.3،.

5- Jay، Heizer & Barry Rander، (2001)، "**Operation Management**"، 6th ed.، Prentice–Hill، Inc.، New Jersey. U. S. A.

6- Krajewski، Lee J. &Ritzman، Larry P.، (2005)،**Operation Management**: Process &Value Chain، 7th edition، Prentice-Hall، Inc.، New York، USA.

7- Mabert، Vincent A.،(2007)،**The early road to material requirements planning**،Journal of Operations Management.، Vol.25، Issue 2.

8- Madronero، Josefa M.،(2015)،**Material Requirement Planning under Fuzzy Lead Times**. IFAC-PapersOnLineElsevier، Vol.48، Issue 3

9- Roberta S. Russell & Bernard W. Taylor، (1999)، "**Operations Management**"، 3rd ed.، Prentice-Hill، New Jersey، U. S. A.

10- Russell، Roberta S. Taylor، Bernard W.،(2006)، **Operation Management: Quality and Competitiveness in Global Environment**، 5 th Ed. Hoboken، New Jersey، USA: John Wiley & Sons، Inc

11- Santin، Karen، Sousa، L.S.G.، Cardoso، B.M.، Antoniolli،(2015)، P.D. MRP Implementation on Supply Management Process: a Brazilian Furniture Industry Case Study. European Journal of Business and Social Sciences، April، Vol. 4، No. 01.

12- Stevenson، William J.، (2005)،**Operation Management**، 8th edition، Mc Graw-Hill Companies، Inc.، New York، USA.

13- Volman، T، E، Berry، W.L.، and Whybark، D.C. (1992) **Manufacturing Planning and Control Systems**، Third Edition، IRWIN، Burr Ridge، IL.

14- Vollmann، Thomas E.، Berry، William L.، Why bark، D.Clay & Jacobs، F. Robert، (2005)،**Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management**، 5th edition، Mc Graw-Hill Companies، Inc.، New York، USA.

الفصل الثالث

نظام الإنتاج في الوقت المحدد

Just In Time (JIT)

الفصل الثالث

نظام الإنتاج في الوقت المحدد

Just In Time (JIT)

تمهيد..

يعد نظام JITفلسفة جديدة تنطوي على مفاهيم و أساليب جديدة في إدارة و أداء وظيفة العمليات المستوى الاستراتيجي من اجل تحقيق الميزة التنافسية وعلى المستوى التشغيلي لتحقيق الكفاءة في استخدام الموارد وجدولتها والاستجابة الفعالة للتغيرات في الطلب وحاجات الزبون .ولقد حقق هذا النظام الذي يوصف بأنه نظام إنتاج تويوتا (Toyota Production System) نتائج متميزة من قبل المنظمات اليابانية ساهمت في انتشاره السريع منذ البداية الثمانينات . إلا أن الحاجة تتزايد للدراسة والتعمق في هذا النظام لأنه يفسر جوانب مهمة من عوامل التفوق الياباني وطريقة التفكير والمعالجة اليابانية لعمليات أساسية في المنظمات الحديثة : كالتوريد ، المخزون ، التصميم، الإنتاج، الرقابة على الجودة، الشراء، التوزيع ، والعلاقات مع الموردين والعاملين والزبائن وغير ذلك الكثير.

ولاشك في أن الأهمية الكبيرة التي يمثلها نظام الوقت المحدد JITوعناصره الأساسية تتمثل في المفاهيم والأساليب الجديدة التي تجاوزت الكثير من المفاهيم والأساليب التقليدية في الإنتاج والتي كانت إلى وقت قريب تمثل مبادئ وقواعد صلبة لايمكن مناقشتها في إدارة العمليات. ولكن في نظام JITفان هذه المفاهيم والأساليب لم تعد تمتلك ذلك القدر من الصحة والأساس المنطقي والمزايا في التطبيق التي تؤهلها للاستمرار فترة أخرى كمفاهيم مرشدة وممارسات لابد منها في إدارة العمليات.

أولاً / نشأة نظام (JIT)

لقد تم التطوير نظام JIT في شركة تويوتا (Toyota Motor Co) اليابانية في الستينات من قبل تاييجي اوهنو (Taiichi Ohno) الذي كان يعمل نائبا لرئيس الإنتاج في المنظمة، وكان تطبيقه لأول مرة في الولايات المتحدة عام 1979في مصنع كاواسكي لنكولن نبراسكا (Nebraska،Kawasaki's Lincoln) وخلال سنوات قليلة أخذت

تطبقه أفضل المنظمات الأمريكية العاملة في صناعة السيارات والالكترونيات لينتشر بعد ذلك في أوربا وأمريكا الجنوبية، لتتسع شعبية هذا النظام باستمرار بعد أن حظي باعتراف واسع بكفاءته في إزالة إشكال الهدر، خفض المخزون، جدولة الإنتاج، وتحسين الجودة، ويطلق على هذا النظام العديد من التسميات منها نظام الإنتاج اللحظي، أو نظام الإنتاج الحيني، أوالإنتاج في الموعد بالضبط، أوالإنتاج في الموعد بالضبط تماما.

وبعد النجاح الذي حققته آليات نظام الإنتاجJITتم إطلاق لقب - نظام الوقت المحدد ، وبعد ما تم تحقيقه من نجاح أكتسب نظام الإنتاج دعما مميزا وانتشارا واسعا، وان الدافع الأساسي وراء تطوير آليات نظام الإنتاجJITواليات إنتاجيةأخرى هي رغبة اليابانيين القوية في بناء اقتصاد قوي يعوض خسارتهم في الحرب العالمية الثانية، كذلك كانت رغبتهم الأخلاقية في العمل أشد من بقية رغباتهم الأخرى باحثين عن تطور مستمر ومتفانيين في حياتهم العملية والعمل الجماعي وسعيهم وراء تحقيق هدف عام ، وهذا النوع من الحوافز كان وراء نجاح الاقتصاد الياباني . كذلك بسبب المحددات الطبيعية والعقبات الاقتصادية بعد الحرب العالمية الثانية والدمار الذي حل في اليابان جعل من اليابانيين أن يبحثوا عن طريقة للحصول على أفضل نظام لاستغلال الموارد المتاحة . فضلاً عن الأسباب الجوهرية الآتية التي أدت إلى نشوء هذا النظام في اليابان وهي :

- ضيق المساحة المكانية في اليابان.
- قلة الموارد في اليابان .
- الثبات في الوظيفة والعمل الجماعي وتكاتف العاملين.

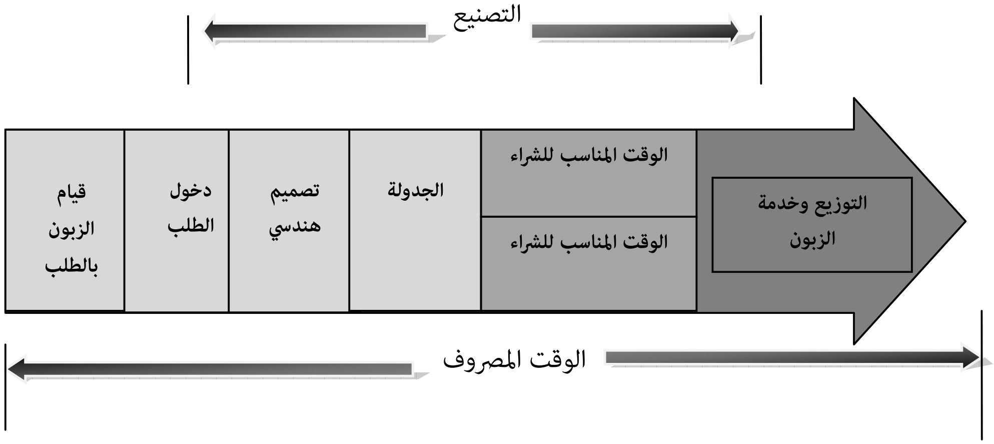
ثانيا / فلسفة JIT

تقوم فلسفة JITعلى إنتاج الوحدات المطلوبة بالنوعية وبالكميات المطلوبة وبأسعار الفترة التي تم فيها الطلب وهو وصف لنظام إنتاج يستبدل التعقيد بالبساطة في إدارةالإنتاج وهذا النظام يتجاوز وظيفة السيطرة على الخزين إلى تحقيق درجة عالية من التحكم بنشاط السيطرة النوعية حيث يعمل على تقليل المرفوض أو المعيب وذلك من خلال تجهيز الجزء الصحيح في المكان والوقت الصحيح.يعتبر JITفلسفة تصنيع ذات

أهداف معينة تتضمن إنتاج الوحدات المطلوبة بالنوعية وبالكميات المطلوبة وبأسعار الفترة التـي تـم فيها الطلب، وهو وصف لنظام إنتاج يستبدل التعقيد بالبساطة في إدارة الإنتاج فضلاً عـن فلـسفته في مجال التطوير المستمر على تقليص الهدر، وان احد أشكال الهدر غـير الواضـح والمتعـذر مقاومتـه هو الاستخدام السيئ للمواهب البشرية فهـذا النظـام يبحـث عـن الاسـتخدام الكامـل للمواهـب المبدعة من العاملين حيث يكلف العاملون في ظل نظام JITبمسؤوليةإنتاج وحدات ذات الجـودة المطلوبة في JIT لدعم العمليات الإنتاجية اللاحقة وطلب المساعدة عند الحاجة، بالإضافةإلى ذلك فان هؤلاء العمال مكلفون بتحسين العملية الإنتاجية. ويعد JIT احـد الاسـاليب الذكيـة لتـصميم المنتج في ظل طلب سوقي مدرك مسبقا، ويعد نظام JIT مثاليا من حيـث انـه يهـدف لان تكـون كمية المخزون تساوي صفر وعدد العيوب صفر والمهل الزمنية صفر والأحجام موحدة ولهذا فانـه بعد تطبيقه استخدمته المنظمات الأمريكية بنجاح كبير أيضاً، ويمكـن القـول بـان المـنظمات التـي تعمل وفقا لهذه الفلسفة تنسق عملياتها بحيث أن مركز عمل واحد فقط ينتج مـا هـو مطلـوب من قبل مراكز العمل اللاحقة ولكون الإنتاج يتم بكميات قليلة فان الكلفة يجب أن تكـون قليلـة أيضا والعمال متعددي المواهب إضافةإلى حاجة المنشأة إلى تطوير علاقة وشراكـة عمـل تـضامنية مع المجهزين.

وهو ايضاً فلسفة متكاملة للتصنيع تغطي جميع جوانب العمليات وعواملهـا المـؤثرة، فهو لا يعمل على خفض التكاليف او تحسين العمليات فقط، وإنما هو فلسفة ينـشىء بيئتـه، وعملياته، ومساراته، وعلاقاته الخاصة بدءاً من الزبـون رجوعـاً إلى عمليـة الإنتـاج وصـولاً إلى الموردين، فهو مجموعة متكاملة من العمليات المصممة لتحقيق مزايا حقيقية وهامـة تـؤدي لا إلى خفـض المخـزون والتكـاليف وتحـسين الجـودة وغيرهـا فقـط، وإنماأيـضاً كـسب الميـزة التنافسية من اجل التفوق على المنافسين، حيث يعد نظـام JIT مـن أكـثر الأنظمـة الإنتاجيـة التي تمثل عناصر النظـام الرشـيق، وهـو ذو فلـسفة بـسيطة ولكنهـا في نفـس الوقـت فعالـة، وينظر إليه على انه فلسفة لأنه يذهب إلى ابعد من السيطرة على المخزون بـل يمتـد ليـشمل نظام الإنتاج كله.

يعد توصيل المنتج إلى الزبون بسرعة من أساسيات تحقيق النجاح للمنظمات، وتستخدم العديد من المنظمات نظام JITكسلاح لسرعة الاستجابة السوقية، ولكي تتمكن من المنافسة في البيئة الجديدة فانه يجب تقليل دورة الطلب- التسليم (order-to-delivery cycle) الوقت الذي يصرف من لحظة قيام الزبون بالطلب إلى حين استلامه طلبه) وكما هو موضح في الشكل الأتي:



الشكل (1)

دورة الوقت من الطلب إلى التسليم

ثالثاً / ماهية نظامJIT

تم تناول مفهومJITمن قبل الكثير من الكتاب والباحثين حيث عرف بأنه نظام إنتاج الأجزاء الضرورية بالكميات المطلوبة في الوقت المطلوب ويستمد أسسه الفلسفية من فكرة (أن لاشي ينتج إلا عند ظهور الحاجة إليه) أي أن إنتاج السلع والخدمات بالضبط عند الحاجة لها لا قبل ذلك، كما عرف بأنه نظام أنتاجي هدفه الرئيسي إنتاج نوع محدد من الوحدات الصناعية أو المنتجات المطلوبة في الوقت المحدد تماما بالكميات المطلوبة دون السماح بالزيادة أو النقصان فهو فلسفة للصنع او فلسفة لإزالة الهدر في عملية الإنتاج.

وفي نفس الاتجاه عرف بأنه نظام للإنتاج بالكميات المطلوبة وفي الوقت المحدد لمواجهة طلب مستقر، يبين على انه نظام دقيق للتحكم في المخزون ونظام معلومات فعال، وتنسيق تام بين العمليات الإنتاجية من جهة وبين الموردين ومن جهة أخرى، بحيث تصل المستلزمات بالكميات والمواصفات في الوقت المناسب، وفي ظل بيئة عمل مستقرة فهو يعد منظور جديد يقدم مفاهيم وأساليب ذات كفاءة عالية تساعد في تعزيز الموقع التنافسي مابين المنظمات في الأسواق الدولية.

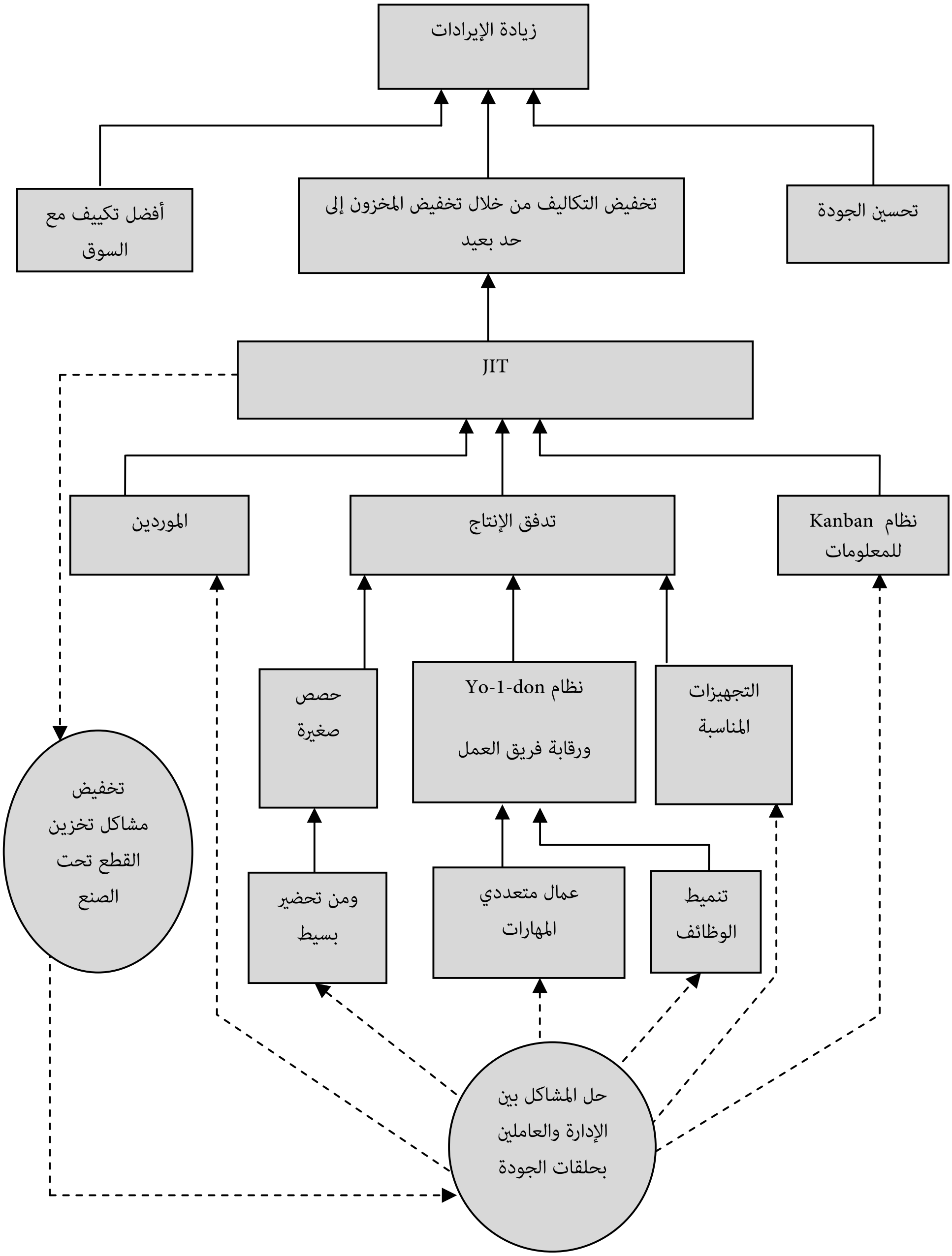
وقد عده(Schroeder،2000) بأنه مدخل يبحث عن استبعاد كافة مصادر الهدر من أنشطة الإنتاج من خلال تقديم الجزء المناسب في المكان والوقت المناسبين، ويتفق مع ذلك كلا من(2005 ، et Vollmann،al.)بأنه مدخل يقوم على تقليل الهدر في التصنيع، في حين عرفه(Krajewskiet al.،2007)بأنه نظام لاستبعاد الهدر من خلال استبعاد الطاقة أو المخزون الغير الضروري و إزالة الأنشطة التي لا تضيف القيمة للعمليات.

وفي نفس السياق يؤكد شرويدر (R.G.Schroeder) على أن نظام JITيشير إلى ابعد من السيطرة على المخزون ليشمل نظام الإنتاج كله حيث يتم العمل فيه على إزالة كل مصادرالهدروآي نشاط لا يؤدي إلى إضافة قيمة في الإنتاج من خلال توفير الجزء المناسب في المكان المناسب وفي الوقت المناسب، أي أنالإنتاج حسب الحاجة وفي الوقت المحدد خلافا للمدخل التقليدي الذي ينتج وفق الحالة المحددة (Just-In-Case) أي حسب حالة الإنتاج وليس حسب الحاجة أو الطلب على الإنتاج في الوقت المحدد.

واستنادا إلى ماسبق يتميز نظامJITبمجموعة من الخصائص وهي كالآتي:

- إنتاج بكميات محددة وفي أوقات محددة لمواجهة طلب مستقر.
- نظام دقيق للتحكم في المخزون ونظام معلومات فعال.
- ويستخدم مع نظام الإنتاج الآني نظام معلومات يدعى نظام كانبان Kanbanوهو نظام معلومات يستخدم لإبلاغ المورد بإرسال كمية من مادة ما، وتجهيز كمية أخرى من تلك المادة.
- وصول المستلزمات بالكميات والمواصفات والوقت المناسبة.
- يتطلب نظام JITبيئة عمل مستقرة.

- والشكل الآتي يوضح مفهوم والية عمل نظام JIT.



الشكل (2) نظام JIT

أما بصدد أهمية نظام JIT فتكمن من خلال المزايا آلاتية التي يحققها وهي:

1- الاقتصاد بالمخزون.

2- تخفيض وقت التوريد والحركة.

3- التحسينات المتعددة.

وهناك دراسات أشارت إلى أن لنظام الإنتاج في الوقت المحدد أهمية كبيرة في مجالات مختلفة تتجسد في الآتي:

1. تخفيض الخزين(Reduced Inventory).
2. زيادة الإنتاجية.(Increasing Productivity)
3. الاستجابة السريعة لرغبات المستهلكين(Quick Response).
4. توفير التكلفة(Cost saving) .
5. زيادة الإيرادات.(Increasing Revenue)
6. توفير الاستثمار(Investment Saving) .
7. تطوير العاملين (Workforce Development).

وهنا يمكن القول بان أهمية (JIT)تنبع من المزايا الكثيرة التي يحققها هذا النظام والتي تنعكس في النتائج المتحققة من استخدام (JIT).

واستنادا إلى ما سبق ذكره فأن نظام (JIT) هو ذلك النظام يعمل على إزالة الهدر والتركيز على إنتاج منتجات بالكمية المطلوبة مع الأخذ بنظر الاعتبار وقت استلام المواد وكذلك وقت انتهاء إنتاج هذه المنتجات وتسليمها إلى الزبون بالشكل الذي يحقق ميزة تنافسية للمنظمة وخاصة تلك المتعلقة بالسرعة (التسليم).

رابعاً/ الأهداف الرئيسية (الصفرية) لنظام(JIT) **:**

إن نظام الإنتاج في الوقت المحدد (JIT)يسعى إلى تحقيق أهداف كثيرة ولكن هناك أهداف رئيسية يمكن تلخيصهابالأهدافالصفرية الآتية:

1. بلوغ مرحلة تحقق العيوب الصفرية أي عدم السماح بالمرفوض.
2. وجود حجم وجبة إنتاج قدرها واحد أي لا يجوز تجزئتها.

3.إن الفترة الزمنية اللازمة للتجهيز أو ما يسمى بالمهلة الزمنية صفر أي أن تكون المواد جاهزة لا مجال للانتظار.

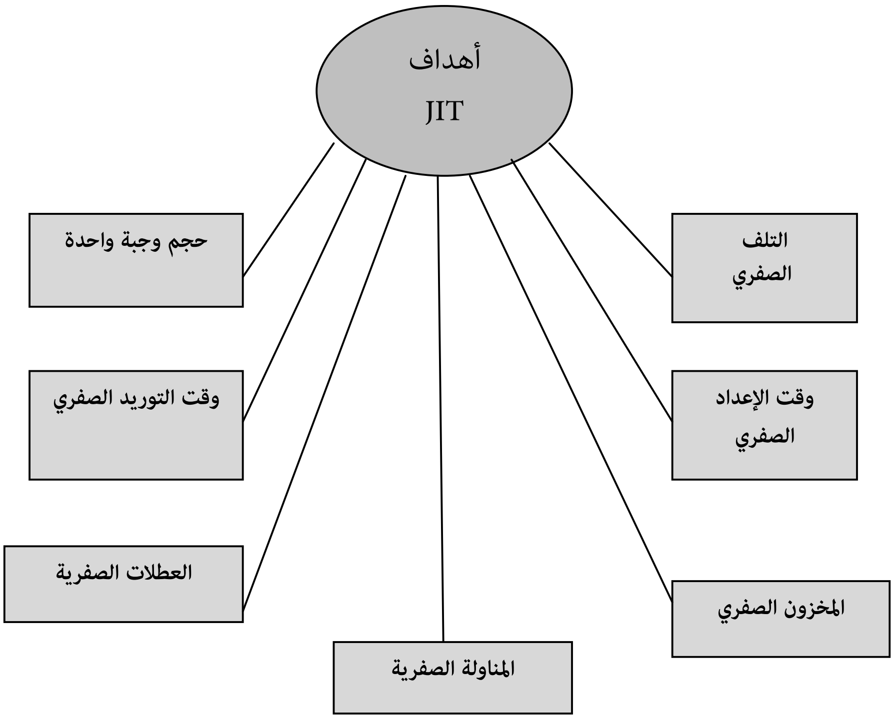
4.عدم السماح بالعطلات لذلك فان من المفروض أن تكون العطلات صفر.

5. وقد الإعداد الصفري من حيث وقت التهيئة .

6. لا يوجد أي خزين بشكل مطلق (المخزون الصفري).

7.المناولة الصفرية.

والشكل الآتي يتناول الأهداف التي تم ذكرها:



الشكل (3)

أهداف نظام JIT

خامسا / عناصر نظام (JIT)

لاشك أن نظاما مهما وكبيرا مثل نظام (JIT) لا يمكن تحديد عناصره بشكل نهائي وكامل، لاسيما وانه لا يزال قيد الدراسة والتقييم. لهذا نجد أن الذين درسوا وحللوا هـذا النظـام لازالـوا غـير متفقـين على التحديد الدقيق والنهائي لعناصره الأساسية رغم اتفـاقهم عـلى عـدد منهـا، والواقـع أن الاخـتلاف الكبير في عدد العناصر الأساسية لنظام JIT يمكن إرجاعه إلى درجة التعمـق في هـذا النظـام، مـن جهـة والى التباين في الرأي في ما هو أساسي أو ثانوي من عناصر النظام. فـالبعض مـن المعنيـين يعتـبر بعـض العناصر أساسيا في حين يعتبره البعض الأخر ثانويا من جهة أخـرى إلا أن الأكـثر اتفاقـا وشـمولية هـي العناصر الستة عشر، وهي كالآتي:

1- إزالة الهدر (Eliminating Waste)

إن إزالة الهدر هو أساس نظام (JIT) في جميـع عنـاصره الأخـرى، لان هـذا النظـام يهـدف إلى إزالة كل أشكال الهدر سواء ما كان يـصنف هـدرا بـالمفهوم التقليـدي كالوقـت ورأس المـال العـاطلين بشكل غير مبرر اقتصاديا والتلف والعطلات، والسعة غير المستغلة في الآلة أو الأرض وغيرها، أو ما كان خارج المفهوم التقليدي، ويتم تحديد الهدر كفرق بين السعة الحاليـة (Current Capacity) والمخرجـات الفعلية للعمل:

السعة الحالية = العمل + الهدر

ومن اجل إلقاء المزيد الضوء على مفهوم الهدر نشير إلىأن نظـام (JIT) يتبنـى مفهومـا خاصـا للقيمة المضافة (Added Value)، فتعريف الهدر حسب ما تراه شركة تويوتا (Toyota) المكتشف الأصلي لنظام (JIT)هو: أي شي أخـر مـن غـير المـوارد الـدنيا المطلقـة مـن المعـدات والأجـزاء وأوقـات العمـل الجوهرية في الإنتاج.

إن نظام (JIT) يكشـف بكفاءة عن أشـكال الهـدر المقبولـة حتـى الآن في المـدخل التقليدي ويضع إدارةالإنتاج / العمليـات أمـام رؤيـة جديـدة لـلـهدر لأنـه يميـز مـا بـين عمليات الإنتاج والتحويل التي هي عمليات تنشئ القيمة المضافة وما عداها يمثل هـدرا أي عمليات بدون قيمة مضافة، بل أنها تقلص من القيمة المضافة المتحققة في العمليـات

الأولى بعد أن تحمل عمليات الإنتاج والتحويل كلفة مضافة، ويهدف النظام إلى تقليل الهدر وبكل أنواعه والتي تنشأ بسبب:

- الإفراط في الإنتاج
- أوقات الانتظار
- النقل
- الإنتاج الغير المحتاج إليه
- الخلل في العمليات المتعلقة بالتخزين
- الحركة
- الإنتاج المعيب (التالف)

2- المخزون الأدنى (Minimum Inventory)

يعتبر المخزون (Inventory) واحدا من الموضوعات الأساسية التي تواجهها الإدارة في المنظمات المختلفة، وهذا لا يعود فقط إلى الوظائف المهمة التي يضطلع بها المخزون من اجل استمرار الإنتاج وإنما أيضا إلى حقيقة ما يمثله المخزون من موارد كبيرة وتكلفة عالية ينبغي ان تستخدم بكفاءة عالية. ولان المخزون يؤدي إلى تجميد الموارد ورأس المال المستثمر في الأرض والأبنية والمعدات المخزنية والمواد المخزونة فان إدارة المخزون تعمل على خفض المخزون من اجل خفض تكلفته.

وهذه النظرة القائمة على خفض المخزون لم تكون مقبولة في السابق، فحتى بداية هذا القرن كان المخزون هو مقياس الثروة والقوة بالنسبة للبلدان والمنظمات، وكانت المستودعات الكبيرة مؤشرا على القوة الاقتصادية ، لهذا كانت القاعدة الذهبية هيجعل المخزون اكبر ما يمكن (Make Inventory as big as Possible). وإذا كان هذا الاتجاه في التعامل مع المخزون يكشف عن ظروف عدم الاستقرار فانه يكشف أيضا عن مراحل تطوير إدارة المخزون في هذا المجال. فمع ظهور مخاطر ومساوئ الاحتفاظ بالمخزون الكبير بدا الانتقال إلى نظرة جديدة تقوم على خفض المخزون إلى حد الأدنى المقبول لخفض المخاطر المترافقة مع مخزون بكميات كبيرة كما هو الحال في مخاطر التلف والتقادم والسرقة والتغيرات الحادة في الأسعار وتجميد رأس المال وتدني سرعة دورانه وتحمل

تكاليف خدمة المخزون والاحتفاظ به والحد من سرعة الاستجابة للتطورات في السوق، ومع أن المخزون لازال يمثل حقيقة قائمة في المنظمات المختلفة إلا أن التطور الكبير حصل في اتجاهين هما :

الأول: يتمثل في تطوير نماذج المخزون (Inventory Models) وهي نماذج كمية الطلبية الاقتصادية (EOQ) ونقطة إعادة الطلب (ROP). إن هذه النماذج تنطلق من أن المخزون ضروري وان هناك مستوى مثالي من المخزون تتساوى عنده تكلفة الحيازة أو الاحتفاظ مع تكلفة الطلبية (مما يؤدي إلىأدنى تكلفة كلية للمخزون).

ثانيا: يتمثل في الاتجاه المتعلق بالتخلص من المخزون كليا (وليس تخفيضه) أي تحقيق المخزون الصفري (Zero Inventory) ويمثل هذا الاتجاه نظام الوقت المحدد (JIT).

ومع نظام JITفان نماذج المخزون لا تعود مقبولة ، فمن حيث المبدأ لا يوجد مخزون الأمان. كما أن المخزون عند كمية الطلبية الاقتصادية (التي عندما تتساوى تكلفة الاحتفاظ بالمخزون مع تكلفة الطلبية) لا يعود مقبولا ويجب أن ينخفض إلى أدنى حد ممكن حيث تكون كمية الطلبية التي توضع نهاية اليوم تكفي لاستهلاك اليوم التالي مع خفض تكلفة الطلبية (Ordering Cost)إلى أدنى مستوى لها بما في ذلك تكلفة نقل الطلبية بالاعتماد على موردين يكونون اقرب إلى المصنع .

3- حجم الوجبات الصغيرة (Small Lot Sizes)

في نظام (JIT)يجب أن تكون كميات الإنتاج والشراء والمواد المجهزة في حدودها الدنيا حيث أنوفق المفاهيم التقليدية فان الإنتاج بوجبات كبيرة يحقق ميزة تتمثل في خفض تكلفة الإعداد (Set-Up Cost) . والحالة المثالية وفق هذه المفاهيم هي إنتاج وجبة كبيرة تغطي الفترة الإنتاجيةأو السنة كلها . ولكن هذه الحالة قد تكون متاحة دائما ، وإزاء هذه الميزة تبرز مشكلات وصعوبات تخلقها وجبات الإنتاج الكبيرة منها : زيادة حجم المخزون ، مشكلات الجودة التي لا تكتشف إلا بعد وقت طويل نسبيا من وقوعها ، تكلفة الفحص والتفتيش وإعادة العمل تكون اكبر مقارنة بهذه التكلفة في الوجبات الصغيرة ، وكذلك الحاجة الى وقت أطول للانتهاء من الوجبة ممل يحد من المرونة في الجدولة للاستجابة لوجبات أخرى ، وضعف الاستجابة لتحسين المنتج وغيرها.

ومن اجل مواجهة هذه المشكلات والصعوبات فان نظام(JIT) يقوم على الإنتاج بوجبات صغيرة . والوجبات الصغيرة تساهم في خفض المخزون . ولتوضيح ذلك نشير إلىأن هناك طريقتين شائعتين لقياس أداء عملية التشغيل هما : مستويات المخزون تحت التشغيل Waiting Inventory period(WIP) ، والوقت المستغرق خلال التدفق (Flow Through Time) . فكلما ازداد حجم الوجبة (وهذا ما يسعى إليه المدخل التقليدي) تزداد المواد تحت التشغيل ويزداد الوقت المستغرق خلال التدفق والعكس هو ما يقوم عليه نظام (JIT).

4- خفض وقت الإعداد (Reducing Set – up Time)

إن الإنتاج بوجبات صغيرة يزيد من عدد فترات الإعداد، لهذا فان نظام (JIT) يتجه بشكل جدي نحو خفض وقت الإعداد الذي هو وقت إعادة معايرة الآلات لتكون جاهزة من اجل الوجبة الجديدة ، ولقد حقق نظام (JIT) في تويوتا تخفيضا كبيرا في وقت الإعداد بعد أن باشرت تويوتا في بداية السبعينات حملة واسعة في المنظمة لخفض أوقات الإعداد وذلك خلال تركيز الجهود لإنتاج وجبة جديدة تتكون من (800) طن من أغطية وصفائح السيارات بوقت إعداد أمده ساعة واحدة (وهي فترة قصيرة في عملية الإعداد). وعبر خمس سنوات تمكنت تويوتا من خفضه إلى (12) دقيقة وهو اقل من نظيره الأمريكي بشكل لا يقارن حيث يبلغ وقت الإعداد في الولايات المتحدة (6) ساعات أي (30) ضعفا .

5- جدولة الإنتاج المستقرة (Stable Production Schedule)

في نظام (JIT) فان جدولة الإنتاج تعد لفترة زمنية ثابتة كان تكون من شهر لثلاثة أشهر في المستقبل وذلك لإعطاء المجال لمراكز العمل والمجهزين بإعداد الجدولة الخاصة بهم،أن نظام(JIT)يتطلب انسياباً متماثلا للمواد والمنتجات خلال النظام لانجاز تداخل ملائم للعمليات المختلفة وحركة هادئة للمواد والأجزاء من المورد عبر العمليات التحويلية إلى المخرجات المطلوبة من الزبائن . ولابد أن يتم تنسيق العمليات بعناية لان النظام يعمل بدون وقت خامل (Slack Time)أو بأقل ما يمكن منه. لهذا تتخذ إجراءات عديدة لضمان الانسياب الهادئ (Smooth Flow) بدءاً من إشعار الموردين بمواعيد

التسليم بدقة عالية واحتساب الاحتياجات في كل فترة في ضوء جدولة رئيسة مستقرة لمواجهة طلبيات كل فترة مع ملاحظة إن طلبيات الطوارئ والمعالجة ليست ملائمة لهذا النظام ، وانتهاء بشحن المخرجات فور الانتهاء منها.

6- المصنع البؤري (Focused Factory)

يقصد به محاولة تقليص واختزال التعقيدات في العمليات التحويلية، إذ أن مصطلح (المصنع البؤري) يستخدم أكثر الأحيان في اليابان لوصف كينونة او وحدة الصنع المتكامل، فالمديرون اليابانيون يرون أن هذه الوحدة يجب أن لا تتجاوز (300) من العاملين (وهذا هو الحجم المفضل لوحدة الصنع في نظام JIT). وان المصنع البؤري هو الوسيلة الفعالة في تحقيق أهداف إستراتيجية الصنع (إستراتيجية العمليات) في إطار إستراتيجية المنظمة الشاملة، وتتمثل المفاهيم الأساسية للمصنع البؤري بالاتي :

أ- وجود طرق متعددة للمنافسة ليس فقط طريقة الإنتاج بكلفة متدنية .

ب- إن المصنع لا يمكن أن يحقق ما هو جيد بكل المقاييس لان هذه المقاييس متنوعة ومتعددة.

ج- البساطة والتكرار يولد الكفاءة ، فالمصنع البؤري يقوم على مفهوم البساطة والتجانس حيث أن تجانس المهام يولد الكفاءة.

7- اختيار الموقع في التجربة اليابانية

في مجال اختيار الموقع فان التجربة اليابانية كشفت في بعض الخصائص التي يمكن الاستفادة منها، فاليابان بلد محدود المساحة لهذا فان عملية اختيار الموقع مكلفة وذات أهمية كبيرة انعكست في خصائص يمكن تحديدها كالآتي :

- المصنع المتوسط بدلا من المصنع الكبير
- علاقة جديدة مع الموردين .
- ربط الإنتاج بالتصدير.
- عند التوسع فان المنظمات اليابانية تقوم بإدخال الزيادات في السعة (حجم المصنع) بدفعات صغيرة لتؤدى في النهاية الى الزيادة الكبيرة بدلا من اللجوء إلى أسلوب الوثبة الوحيدة (Single Leap) او الوثبات الإستراتيجية الكبيرة.

8- تكنولوجيا المجاميع (Group Technology)

ويقصد بتكنولوجيا المجاميع حصر المنتجات في عوائل على أساس الحجم أو الشكل أو متطلبات التصنيع أو المسارات التكنولوجية، وتعمل تكنولوجيا المجاميع على زيادة المرونة لأنه يتم ترتيب المكائن والمعدات على شكل خلايا التصنيع، وتعمل تكنولوجيا المجاميع على دعم ونجاح نظام JIT.

9- الصيانة الوقائية (Preventive Maintenance)

حسب المفاهيم التقليدية فان هناك نوعين من تكاليف صيانة العطلات . الأول يتمثل في تكلفة تصليح المعدات او الآلات العاطلة وهذه تشتمل على تكلفة العمل ،الغيار وغيرها. والثاني يتمثل بتكلفة الآثار الناجمة عن العطلات بضمنها تكلفة العمل الغير المستخدم أثناء العطلات ، الوقت الإضافي المطلوب للإيفاء بالمخرجات المجدولة (Scheduled Output)، تكلفة السمعة المتضررة بسبب الإخفاق في الإيفاء بالطلبات في مواعيدها وغيرها . ولمعالجة مشكلة العطلات يتم اللجوء الى مشكلة أخرى هي الاحتفاظ بالمخزون الزائد . أما في نظام JITحيث المخزون بالحد الأدنى فان العطلات يمكن ان تؤدي الى نتائج وخيمة ، فان هذا النظام يعمل العطلات بالحد الأدنى وذلك باستخدام برامج الصيانة الوقائية التي تساعد على الاحتفاظ بالمعدات في الظروف التشغيل الجيدة واستبدال الأجزاء التي تكون معرضة للعجز والإخفاق .

10- العمال متعددو المهارات (Multi-Skills Workers)

ويقصد بهذا العنصر محاولة تدريب الأفراد العاملين لأداء الوظائف المتعددة مثل العمل على مختلف المكائن أو في أداء الوظائف المختلفة.

11- نظام السحب كانبان : (Kanban : A Pull System)

إن كانبان (Kanban) كلمة يابانية تعني البطاقة ،وهي مصطلح استخدم من قبل منتجي السيارات لتشير الى نظام يقوم على أساس جديد هو نظام السحب ففي دورة الإنتاج التقليدية التي تعتمد نظام الدفع (Push System) فان العامل عندما ينتهي من معالجة جزء من الأجزاء يقوم بدفعه إلى العملية اللاحقة بغض النظر اذا كان العامل في العملية اللاحقة جاهزا أم غير جاهز لاستلام ذلك الجزء ، وكان هذا واحدا من أسباب زيادة مخزون المواد تحت التشغيل (WIP). أما العملية في نظام السحب (كانبان) فان الجزء الذي تمت معالجته يسحب من قبل العملية اللاحقة من السابقة فقط عندما يكون مطلوبا ، والعامل في العملية اللاحقة يطلب الجزء المعني في الوقت المحدد. ومن الممكن أن يتأخر قليلا في حدود معينة (تؤخذ بنظر الاعتبار عادة في احتساب السعة الإنتاجية). وإذا تجاوز العامل تلك الحدود، فهذا يعني ان هناك مشكلة جدية لابد من إيقاف الخط من اجل تركيز الجهود لمعالجتها وإعادة سير العمل الى حالته الطبيعية بأسرع وقت.

12- الشراء في الوقت المحدد (Just-In-Time Purchasing)

هذا يتطلب وجود علاقات وثيقة مع الموردين وبما يحقق المنافع المتبادلة لكلا الطرفين، ولهذا يعد الشراء وظيفة مهمة في المنظمة الحديثة، والأداء الرديء لوظيفة الشراء يشير إلى علاقة غير جيدة مع المورد أو الموردين، طلبيات متأخرة، الحاجة إلى تفاوض مستمر على الكمية والسعر والمواعيد ، عمل ورقي إداري اكبر، انتشار جغرافي واسع للموردين، والاهم مخزون اكبر سواء في الطريق أو في المصنع والحاجة إلى استلام وفحص واختبار جودة المواد المشتراة من الموردين. إن نظام (JIT) يمثل مدخلا فعالا من اجل تطوير وظيفة الشراء للتخلص من هذه المظاهر السلبية من النظرة قصيرة مدى إلى الموردين وأشكال الهدر الأخرى التي يجب التخلص منها. وان شراء في النظام (JIT) يقوم على تطوير علاقات طويلة الأمد مع الموردين بما يساعد على جعل التوريد بكميات صغيرة ومتكررة (بما يكفي يوما واحدا أحيانا اقل من يوم) وضمن هذه العلاقة تقديم المساعدة للموردين من اجل تبني نظام (JIT). وتتمثلأهداف الشراء في نظام (JIT) فيما يأتي :

- إزالة الأنشطة غير الضرورية.

- إلغاء المخزون في المصنع.

- إلغاء أو خفض المخزون الانتقالي.

- تحسين الجودة والاعتمادية.

13- الجدولة بدون سعة التحميل الزائد (Scheduling Without Overload Capacity)

في نظام (JIT) فان لدى عمال الإنتاج واجبات إضافية مثل الصيانة الوقائية للآلات، فحص إنتاجهم ، إعادة العمل للأجزاء التالفة الخاصة بهم ، القيام بإعداد الآلات ، ومسؤولية الرقابة على الإنتاج . إن كل هذه الواجبات ينبغي أن تؤخذ بنظر الاعتبار عند تحديد سعة المصنع ومن الضروري عدم تحميله فوق طاقته أبدا.

14- حل المشكلات (Problems Solving)

إن المشكلة في المفهوم التقليدي هي عائق في العمل من الضروري تجنبه وليس بالضرورة إزالته. أما في نظام (JIT) فان المطلوب هو البحث عن المشكلات وحلها لكي لا تتكرر. وبسبب هذا التوجه فان المشكلة لا تكون عائقا فقط و إنما مصدر محتمل للتطوير والتحسين، وهذه النظرة الايجابية هي التي تجعل نظام (JIT) كما اشرنا مهما لحل المشكلات وليس لإخفائها. والواقع أن خفض المخزون الحد الأدنى (أي العمل بدون مخزون احتياطي مجمد يمكن استخدامه عند ظهور المشكلات) هو الذي يساهم في جعل نظام (JIT) فعالا في حل المشكلات.

15- التحسين المستمر(Continuous Improvement)

يعد التحسين المستمر مهما وذلك لان أنشطة المنظمة وأدائها هي في تطور مستمر وخاصة في ظل ظروف المنافسة الشديدة السائدة حاليا، ولهذا نجد أن الكثير من المختصين اليابانيين والأمريكيين على حد سواء يعتقد أن احد المصادر الأساسية للنجاح الصناعي الياباني يعود إلى مدخل الجودة، ولعل في مقدمة عوامل القوة في ذلك هو السيطرة على المخزون من خلال نظام (JIT) لأنه بقدر ما يقلل من المخزون إلى الحد الأدنى والتخلص من مصدر أساسي لمشكلات الجودة في التلف والتقادم ، فانه يضمن مشاركة

كبيرة للعمال في الفحص والتدقيق للجودة من محطة لأخرى مع إمكانية إيقاف الخط الإنتاجي عند أية مشكلة جدية في الجودة.

16- الضمان ضد الإخفاق (Warranty against failure)

إن عملية التصميم التي تعمل على تحسين انجاز العمليات بشكل صحيح تتطلب تحديد الأخطاء بسرعة فور ظهورها ومحاولة معالجتها بطريقة تمنع ظهورها مرة أخرى. واليابانيون بارعون في ذلك من خلال استخدام أسلوبهم المعرف بالضمان ضد الاختناق (Fail-Saving)أو ما يسمى باليابانية بوكايوك (Poka-yoke) الذي يمكن تعريفه بأنه العملية التي تقوم على استخدام أجهزة او أدوات أو اتخاذ إجراءات أو طرق تمنع وقوع الأخطاء ومن ثم الوقاية من وقوع التلف في الإنتاجأو عدم الرضا الزبون عند تقديم الخدمة للزبون.

سادسا/ مستلزمات تطبيق نظام (JIT)

إن تطبيق نظام (JIT) دفعة واحدة ليس قرارا حكيما إنما يستلزم الآتي:

1- دعم الإدارة العليا المستمر.

2- تشكيل لجنة توجيه لصياغة السياسة واختيار الجهة الريادية ، وتوفير الموارد اللازمة وتوجيه المشروع باتجاه تطبيق (JIT).

3- برنامج لتعليم وتثقيف العاملين بالمشروع لضمان تفاعلهم وانسجامهم معه.

4- التخطيط الريادي للمشروع بواسطة فريق عمل يوجه بالتزام الممارسات الأساسية المتعلقة بنظام (JIT)كتخفيض وقت التهيئة، وتكنولوجيا المعلومات، وتلطيف احتياجات الإنتاج .

5- موافقة اللجنة التوجيهية على ما عرضه فريق العمل المتعلق بالمشروع.

6- تدريب العاملين وخاصة أولئك الشموليين بالتطبيق الريادي وذلك لتحقيق فهمهم المشروع وضمان تعاونهم في إنجاحه.

7- التنفيذ مع مراقبة التقدم وتوفير المعلومات لأصحاب القرار وذلك لمراجعة الخطة كلما استدعى الأمر.

8- رفع تقرير عن المشاكل التي صاحبت عملية التنفيذ وكيف تم حلها.

9- توفير المعلومات عن الدروس المستفادة ورفعها للجنة التوجيه.

10- الانتقال لمشروع ريادي أخر أو لمنطقة ريادية أخرى لتنفيذ النظام مع الاستفادة مع المعرف الناجمة عن السابقة والبناء عليها.

سابعا/ نظام كانبان Kanban System

يعد كانبان طريقة للإنتاج المحدد وحركة المواد ضمن نظام JITحيث يقدم هذا النظام دليل عمل توضيحي محدد في إطار شكل بياني او إطار لوحة تسجيل تستعمل للسيطرة على تسلسل العمليات خلال المراحل المتعاقبة .

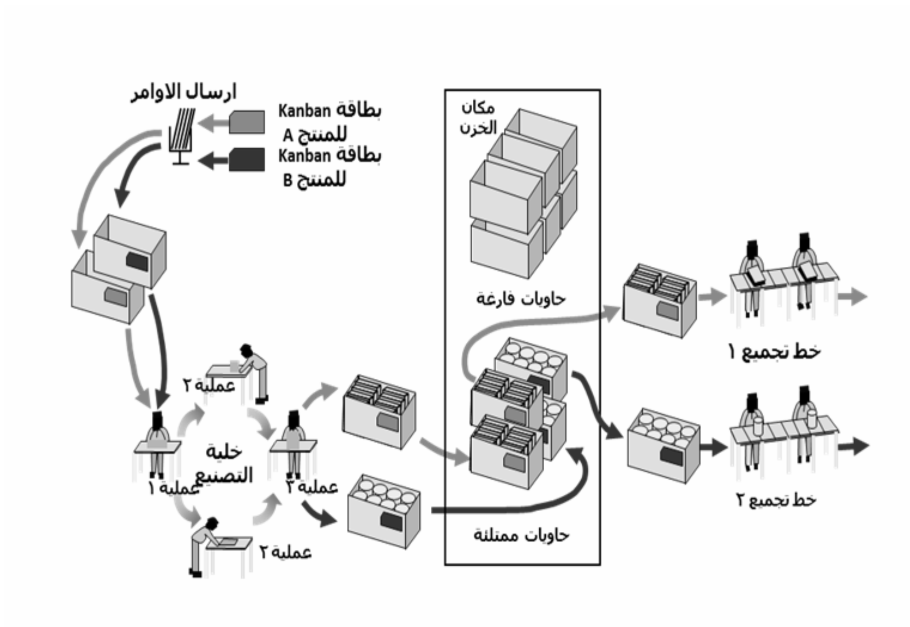
Kanbanهي كلمة يابانية تعني البطاقة Cardورغبة في تخفيض المخزون اليابانيين يستخدمون نظام السحب في مراكز العمل وتستخدم Kanbanلهذا الغرض.

يعدنظام كانبان بأنه نظام معلومات بسيط يستخدم من قبل مركز العمل لإبلاغ المورد أو المركز السابق بإرسال كمية من مادة ما، وتجهيز كمية أخرى من تلك المادة. وبطاقات نظام الكانبان هي نوعان : بطاقات السحب wkaوبطاقات الإنتاج POK، حيث أن الأولى تستخدم لإعطاء الإذن لسحب كمية من المرحلة السابقة، بينما الثانية تعطى الإذن لمعالجة او العمل على المواد التي تحتويها حاوية قياسية لوحدات خاصة محددة في البطاقة، ولنظام الكانبان شروط خاصة لنجاحه وهي:

- لا يجوز إرسال وحدات تالفة للمرحلة التالية مباشرة.
- تسحب المرحلة التالية الكمية المحددة بالبطاقة دون زيادة أو نقصان.
- تقوم المرحلة السابقة بإنتاج نفس الكمية التي سحبتها المرحلة التالية ، ويكون الإنتاج بعد استلام البطاقة ذات العلاقة .
- عدد البطاقات يجب أن يكون قليلا.
- عند احتياج مركز عمل لمواد من نوع خاص أو أجزاء ، توضع بطاقة السحب على حاوية فارغة إذنا بإرسال هذه الحاوية إلى مكان تواجد المواد أوالأجزاء.
- في حال وجود حاوية مليئة ملصق عليها بطاقة إنتاج، تزال البطاقة عن الحاوية وتوضع في البريد.

- توضع بطاقة السحب أو الحركة على الحاوية المليئة وهـذا يمثـل إذنـا بتحريـك الحاويـة إلى محطة العمل التي تحتاج محتوياتها .

ومما تجدر الإشارة إليه انه قد يعطي تصنيف ملون للبطاقة ليوضح المواد الأولية عن غيرها أو المراحل التصنيعية أو الموردين الداخليين والخارجيين ، والشكل الآتي يوضح آلية عمل نظام Kanban:



الشكل (4)

نظام Kanban

ان عدد الحاويات في نظام (JIT) المسموح بها تحدد كمية المخزون المسموح به، والإدارة عليها أنتحدد الآتي:

- عدد الوحدات التي تحملها الحاوية.
- عدد الحاويات التي تنساب بين موقع المجهز وموقع المستخدم.

ويمكن تحديد عدد الحاويات من خلال القانون الآتي:

$$K = \frac{d(\bar{w}+\bar{p})(1+a)}{C}$$

حيث أن:

k = عدد الحاويات للجزء

d= الطلب اليومي المتوقع للجزء في الوحدة

w = متوسط وقت الانتظار خلال عملية الإنتاج زائدا وقت مناولة المواد لكل حاوية

p = متوسط وقت للحاوية

a = متغير سياسة الذي يضاف الى مخزون الأمان (تويوتا تستخدم قيمة لا تتجاوز الـ 10%)

مثال على نظام Kanban

تستخدم إحدى المنظمات نظام كانبان للمجموعة من المكائن وقد بلغ الطلب اليـومي للجـزء (A) (2500) وحدة ، أما متوسط وقت الانتظار للعربة فهـو (0.7) بـاليوم، وكـان وقـت المعالجـة لكـل عربة للجزء (0.3) (*A*) يوميا كل عربة على (280) وحدة، ويوجد حاليا (22) بطاقة لهذه المجموعة.

المطلوب:

ما قيمة المتغير a؟

ما مقدار المخزون الكلي (في العمليات والجاهز) للجزء a

افترض أنa=0 ، كم عدد البطاقات التي تظهر إليها الحاجة وما هو أثرها في هذه المسألة ؟

الحل:

1- تستخدم المعادلة الآتية :

$$K = \frac{d(\bar{w}+\bar{p})(1+a)}{C}$$

$$22 = \frac{2500\ (0.7+0.3)\ (1+a)}{280}$$

$$22 \times 280 = 2500\ (0.7+0.3)\ (1+a)$$

$$1+a = \frac{22 \times 280}{2500\ (0.7+0.3)}$$

$$1+a = \frac{6160}{2500}$$

$$a = 2.464-1 = 1.464$$

2- البطاقات المسحوبة 22 بطاقة ولكل عربه تحتوي (280) جزء يكون المخزون الكلي هو كما يلي :

$22 \times 280 = 6160$ وحدة

3- إذا كانت (a=0) فان :

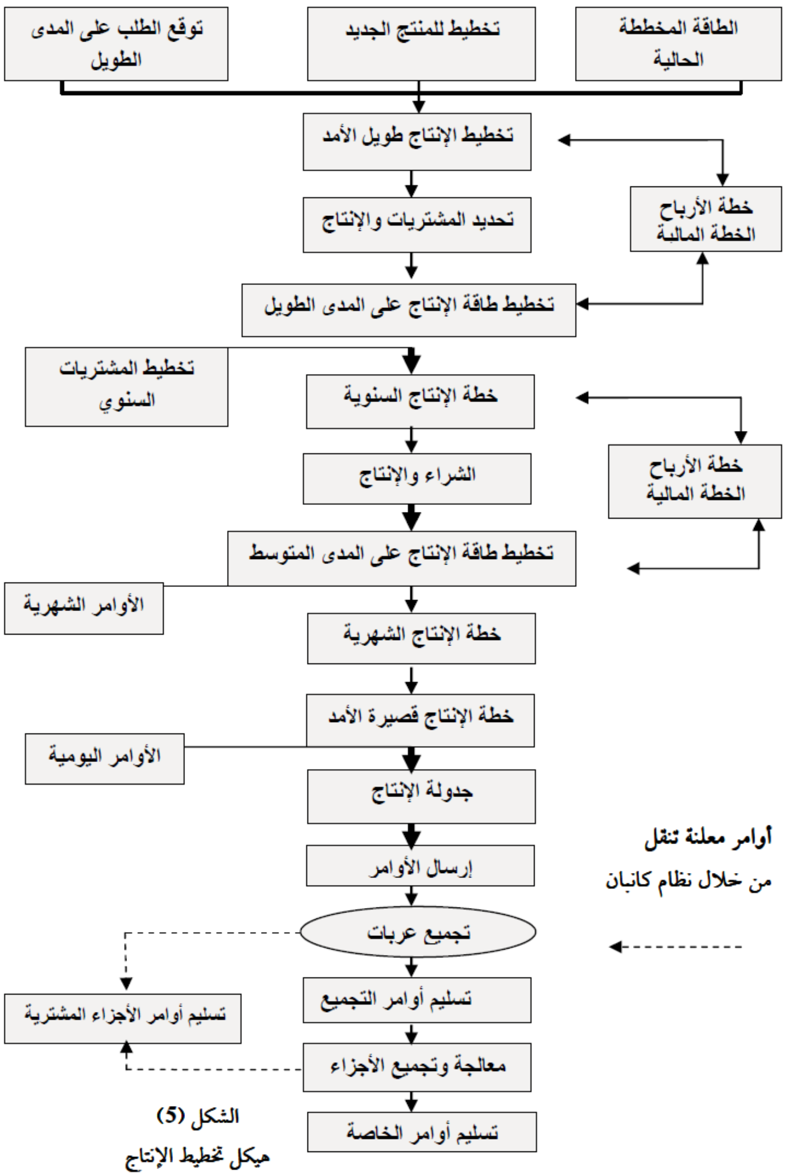
$$K = \frac{2500\ (0.7+0.3)\ (1+0)}{280} \simeq = 8.9 = 9$$ بطاقة

إن تغيرa إلى الصفر، أدى ذلك التأثير في عدد البطاقات المسحوبة، وكان وقت الانتظار w والمعالجة $\bar{p}$ $(\bar{w} + \bar{p})$ كبير بينما حجم العربة صغير قياسا بالطلب اليومي.

ثامنا/ الجدولة في نظام (JIT)

إن الطريقة المتبعة في نظام (JIT) التي تساعد على ربط الإنتاج بالطلب هو ما يدعى بتحليل يو – يو (Yo- Yo Analysis)، وهي طريقة لقياس الاحتياجات عند المستويات المختلفة من الطلب وتحويلها الى احتياجات إنتاج، فالزبون هو نقطة البدء ولان الزبون لديه احتياجات تختلف من فترة لأخرى فيجب قياس الاحتياجات عند مستوى الجدول الرئيسي واحتساب التغير لتعديل عملية التجميع (او الصنع)، إن هذه الطريقة تنطلق من الزبون ليصبح الإنتاج (احتياجاته ومعدله) دالة الطلب وليس العكس، وبهذا يمكن حل الأشكال الذي يقول إننا نعرف عما ننتج أكثر مما نعرف ماذا نريد، وأكثر مما نعرف ماذا يمكن أن نبيع، وبهذه الشاكلة فان معدل المبيعات (نقطة البدء في التحليل) يتحول إلى معدل الإنتاج وهذا بدوره يساهم في خفض المخزون لعدم وجود ما لا يباع، كما أن تحليل يو – يو يساعد تفهم المرونة في الجدولة، في الوجبات الإنتاجية، في العمال متعددي المهارات، وفي العلاقات مع الموردين والبائعين، لهذا فان ما يتم المحافظة عليه في الجدول الرئيسي هو معدل ثابت للإنتاج من خلال المحافظة على وقت الدورة، ووقت الدورة لا يعني نفس الشيء الذي يمكن أن يستخدمه المهندس الصناعي حيث يشير لديه إلى الوقت الذي تأخذه الآلة لانجاز العملية، لان وقت الدورة في (JIT) هو مقياس لمعدل المخرجات وأكثر الأحيان يقاس بمعدل المبيعات لان المبدأ في وقت الدورة هو أن معدل الإنتاج يجب أن يتساوى مع معدل المبيعات.

إن تخطيط عملية الإنتاج يبدأ مع خطط الإنتاج طويلة الأمد، والتي تجزأ إلى خطط يومية، شهرية، سنوية. هذه العملية يمكن توضيحها من خلال الشكل الآتي:



الشكل (5)

هيكل تخطيط الإنتاج

في كل نقطة في العمليات، تأخذ المـشتريات بنظـر الاعتبـار وخطـط الأربـاح تنفـذ والطاقـة تخطط خطط العمليات و تبدأ من خلال خطة الإنتـاج الإجماليـة ومـن ثـم إدخـال التحـسينات عـلى النماذج والمنتجات. الجدولة الرئيسية تعد لشهر أو أسبوع ،الإنتاج الأفقي يجب أن يحدد أسبوع واحد على الأقل للنماذج المحددة وأسبوع واحد او اثنين للتقدم بالاعتماد على الوقت الرئيسي للإنتاج والشراء والطاقة. نفترض ان الجدولة المعدة خلال شـهر وهـذه الجدولـة تتطلـب 10000وحـدة مـن المنـتج A، و5000وحدة من المنتج B، و5000 وحدة من المنتج C، فإذا كانت عدد أيام الإنتاج في الشهر هي 20 يوم فستكون عدد وحدات كل نموذج لكل يوم هي:A= 500 (10000÷20) ، و B =250 (5000÷20)، و C =250 (5000÷20)، إضافة إلى ذلك الوحدات الفردية ستمزج حتى يتم إدراجهـا في الخـط الإنتـاجي. وسـتكون المتتالية | AABC|AABC|AABC | حيث يتم إنتاج وحدتين من Aمقابل وحـدة واحـدة مـن المنـتج Bوحدة واحدة من المنتج Cوهكذا تتكرر المتتالية. ومـن المعـروف في نظـام JITانـه لا يـسمح بالإنتـاج الزائد للحصة المحددة خلال اليوم الواحد. على سبيل المثال إذا كانت الحصة اليوميـة تحتـاج إلى سـبع ساعات فان الإنتاج بعدها يتم إيقافه ويبدأ عمال الإنتاج بالصيانة أو قد يكـون لـديهم اجـتماع فريـق الجودة. ونفس الشيء عند انخفاض الإنتاج فانه يتم تعويضه في نفس اليوم من خلال الوقـت الإضـافي. وهذا يكون سهلا من خلال الجدولة القابلة للتحويل Shift Scheduling فعلى سبيل المثـال المنـاوبتين في الإنتاج يتم جدولتها من السابعة صباحا إلى الثالثة مساء و من الخامـسة مـساءا إلى الواحـدة صـباحا، الصيانة والوقت الإضافي يتم جدولتهما مابين المنـاوبتين. حيـث ان الهـدف مـن نظـام (JIT) هـو إنتـاج الكميات المطلوبة في كل يوم (لا زيادة ولا نقصان) وان هذه الجدولة تساعد عـلى تقليـل العمليـات وتقليل مخزون المواد الأولية، وبهذا يمكن القول أن الجدولـة في نظـام JITتكـون مـستقرة والتـي تعـد مفتاح استقرار كل العمليات الإنتاجيةالأخرى وكذلك متطلبات المجهزين.

تاسعا/ عيوب ومعوقات (JIT)

بالرغم من أهمية نظام (JIT) والمزايا التي يحققها إلا أنه يواجه عدد من المعوقات والعيوب والتي تؤدي إلى عدم تطبيقه في بعض الأحيان، وفي هذا المجال يؤكد المختصون في هذا المجال على أن المعوقات التي يواجهها (JIT) تأخذ أشكالا مختلفة ومتعددة وكالاتي:

- معوقات متعلقة بالجوانب التكنولوجية.
- معوقات متعلقة بالجوانب المالية.
- عدم اتصاف الكثير من المنظمات بالمرونة العالية.

في حين يدرج آخرونأهم العيوب التي يواجهها نظام(JIT) هي:

- صعوبة تحقيق بعض افتراضات النظام مثل عدم حدوث عيوب في الإنتاج وكذلك الوصول بمستوى الوحدات المعيبة إلى الصفر والوصول بالمخزون إلى الصفر مما يعني صعوبة تحقيق ذلك في المنظمات كبيرة الحجم أو المنظمات ذات النشاط الموسمي.
- إن النظام يتطلب تعاوناً كبيراً بين الإدارة والعمال وكذلك بين الإدارة والموردين و لا يمكن تطبيق هذا النظام بدون التعامل المتكامل بين تلك الأطراف.
- يتطلب النظام ضرورة تطوير نظم المحاسبة بصفة عامة والتكاليف بصفة خاصة والمفاهيم التي يقوم عليها نظام التكاليف بصفة عامة.
- إن بعض المنظمات لا تتقبل فكرة تطبيق نظام تكاليف الإنتاج في الوقت المحدد بسبب الكلفة العالية التي سوف تتكبدها المنظمات في بداية تطبيق النظام من إعداد للإداريين والعاملين ولتغيير تعاملات المنظمة معه كل من الموردين والزبائن.
- عدم اقتناع الإدارة بالتحول من النظم الحاليةإلى نظام تكاليف الإنتاج في الوقت المحدد خوفًا من عدم ضمان نتائج تطبيقه.

واعتماد على ما سبق ذكره يمكن القول أن تطبيق (JIT) ليس امرأ سهلا إنما يحتاج إلى الكثير من الجهود والاستراتيجيات التي تؤدي إلى تلافي المعوقات والعيوب التي سبق ذكرها.

عاشراً / مقارنة نظام(JIT) مع نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP)

سيتم في هذا المحور إبراز مزايا أخرى لنظام JIT من خلال مقارنته مع النظام تخطيط الاحتياجات من المواد MRP، وستتم المقارنة وفق الجدول الآتي:

الجدول (1) مقارنة بين نظام JITو MRP

	أوجه المقارنة	JIT	MRP
1-	**تحميل الإنتاج**	السعة محدودة	السعة غير محدودة
2-	**حجم الوجبة**	صغير	ثابت
3-	**المواد الأولية والأجزاء المشتراة**	عدد محدود وصغير من الموردين	عدد كبير من الموردين
4-	**تذبذب الإنتاج**	يتم السيطرة على العملية الإنتاجية من خلال البطاقات والأضواء المنبهة	يتم السيطرة على تذبذب الإنتاج من خلال مخزون الأمان
5-	**دقة البيانات**	لا يحتاج إلى بيانات دقيقة	يحتاج إلى بيانات دقيقة جدا
6-	**جدولة الإنتاج**	مستقرة	متغيرة
7-	**المرونة**	الأكثر مرونة	عالية
8-	**التكلفة**	قليلة	عالية
9-	**أفق التخطيط**	قصير الأمد	طويل الأمد
10-	**السحب والدفع**	نظام سحب	نظام دفع
11-	**العاملون**	متعددو المهارات	متخصصون
12-	**التلف**	صفري	يتسامح في التلف
13-	**الصيانة الوقائية**	كفوءة ومستقرة	ليس هناك تأكيد عليها
14-	**أوقات الانتظار**	خفضها قدر الإمكان	ثابتة

قائمة المصادر

أولا: المصادر باللغة العربية

1- أحمد محمد غنيم، (2007)، **نظام إدارة الإنتاج المتكامل باستخدام الحاسب الآلي**، المكتبة العصرية للنشر والتوزيع، المنصورة، مصر.

2- سكوت شافير و جاك ميرديث، (2005)، **إدارة العمليات: منهج عملية الأعمال بصفحات الانتشار**، تعريب: سرور علي سرور، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية.

3- سليمان حسين البشتاوي وغسان فلاح المطارنة، (2005)، **نظام تكاليف الإنتاج الآني (JIT) في المنشآت الصناعية الأردنية ودوره في اتخاذ القرارات الإستراتيجية**، المؤتمر العلمي الرابع الريادة والإبداع: إستراتيجيات الأعمال في مواجهة تحديات العولمة، جامعة آل البيت، الأردن.

4- شهلة سالم خليل العبادي، (2005)، **نظام التصنيع بالاستجابة السريعة (QRM) وآفاق تطبيقه:** دراسة حالة في معمل الألبسة الولادية في الموصل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل.

5- عبد الستار محمد العلي، (2007)، **التخطيط والسيطرة على الإنتاج والعمليات**، الطبعة الأولى، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

6- عبيدات، سليمان خالد، (2008)، إدارة الإنتاج والعمليات، دار الميسرة للنشر والتوزيع، عمان_ الأردن.

7- محمد ابديوي الحسين، (2004)، **تخطيط الإنتاج ومراقبته**، الطبعة الثانية، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

8- مؤيد عبد الحسين الفضل، (2007)، **تخطيط الإنتاج ومراقبته:** منهج كمي مع حالة دراسية، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية.

9- نجم، عبود نجم، (2004)، **المدخل الياباني إلى إدارة العمليات: الإستراتيجية والنظم والأساليب**، الطبعة الأولى، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

10-نجم، عبود نجم، (2007)، **مدخل إلى إدارة العمليات، الطبعـة الأولى**، دار المنـاهج للنـشر والتوزيع، عمان، الأردن.

ثانيا: المصادرالانكليزية:

1- Bateman، Thomas S.،& Snell، Scott A.، (2002)، **Management: Competing in the New Era**، 5th edition، McGraw-Hill Companies، Inc.، New York، USA.

2- Chase، Richard B.، Aquilano، Nicholas J.،& Jacob F. Robert، (2001)،**Operation Management for Competitive Advantage**، 9th edition، McGraw-Hill Companies، Inc.، New York، USA.

3- Chase، Richard B.، Jacob F. Robert، Aquilano، Nicholas J.،& Agarwal، Nitin K.، (2006)،**Operation Management for Competitive Advantage**، 11th edition، McGraw-Hill Companies، Inc.، New York، USA.

4- Cole، Kris، (2005)،**Management: Theory and Practice**، 3rd edition، Prentice-Hall Person Education ، Inc.، Australia.

5- Davis، Mark M.، Aquilano، Nicholas J.،& Chase، Richard B.، (2003)،**Fundamentals of Operation Management**، 4th edition، McGraw-Hill Companies، Inc.، New York، USA.

6- Gaither، Norman،& Frazier، Greg، (2002)،**Operation Management**، 9th edition، South-Western، Thomson Learning، USA.

7- Gomez-Mejia، Luis.R.، Balkin، David B.،& Cardy، Robert L. Cardy، (2005)،**Organizational Behavior**، 11th edition، Prentice-Hall Person Education، Ins.، New Jersey، USA.

8- Heizer، Jay،& Render، Barry، (2006)،**Principles of Operation Management**، 6th edition، Prentice-Hall Person Education، Inc.، New Jersey، USA.

9- Hill، Terry، (2ooo)،**Operation Management: Strategic Context and Managerial analysis**، Macmillan Business، London، UKA.

10- Krajewski، Lee،& Ritzman، Larry، (2005)،**Operation Management: Process and Value Chains**، 7th edition، Prentice-Hall Person Education، Inc. New Jersey، USA.

11- Krajewski، Lee، Ritzman، Larry، and Malhotra، Manoj، (2007)،**Operation Management: Process and Value Chains**، 8th edition، Prentice-Hall Person Education، Inc. New Jersey، USA.

12- Pettinger، Richared، (w.d)،**Introduction to Management**، 3rd edition، Palagrave، UKA.

13- Schoeder،RogerG.،(2000)،**OperationManagement: Contemporary Concept**، McGraw-Hill companies، Inc.، New York، USA.

14- Stevenson، William J.، (2005)،**Operation Management**، 8th edition، McGraw-Hill companies، Inc.، New York، USA.

15- Vollman، Thomas E.، Berry، William L.، Whybark، D. Clay،& Jacobs، F. Robert، (2005)،**Manufacturing Planning & Control for Supply Chain Management**، 5th edition، McGraw-Hill companies، Inc.، New York، USA.

الفصل الرابع

تكنولوجيا الإنتاج الأمثل

Optimized Production Technology(OPT)

الفصل الرابع

تكنولوجيا الإنتاج الأمثل

Optimized Production Technology(OPT)

أولاً / نشأة وتطور نظامOPT

بدأت فكرة OPT تكنولوجيا الإنتاج الأمثل عام (1975) بمحاولة الفيزيائي Elyahu Goldratt وبمساعدة المختصين بعلم الحاسبات، وذلك لتصميم النظام بمبادئ متميزة تنظر من خلالها إلى الصناعة نظرة جديدة تختلف عن المداخل التقليدية، إذ يقسم هذا النظام الموارد المتاحة إلى موارد حرجة تتحكم في تحقيق الانسياب للنظام الإنتاجي، وأخرى غير حرجة يتم جدولتها بحيث تساند الأنشطة في الموارد الحرجة.

وقد دخل هذا النظام إلى الولايات المتحدة عام (1975) من خلال التسويق وتشغيل برمجيات النظام في المؤسسات الإنتاجية.

وعموما فإن المنظمات التي طبقت هذا النظام، مثل شركة General Motorsقد زادت إنتاجيتها، كما ساهم هذا النظام في تخفيض العمل تحت التشغيل وخلق جداول إنتاج على درجة عالية من الفعالية. وإذا كان نظام MRPهو نظام دفع ونظامJITهو نظام سحب، فإن OPTعرف بأنه نظام التصنيع المتزامن (Synchronous Manufacturing).

ثانياً / مفهوم تكنولوجيا الإنتاج الأمثل (OPT)

يعد مفهوم تكنولوجيا الإنتاج الأمثل (OPT) مدخلا جديدا يجمع مزايا نظام تخطيط الاحتياجات المادية (MRP) ونظام الإنتاج الاني (JIT) إذ تعد فلسفة متكاملة متشابهة لفلسفة (JIT) وقد سمي ب (Westernized JIT System) وبعدها عرف بجداول الإنتاج الملائم (Optimized Production Timetable) وقد اعتبر هذا النظام بمثابة الرد لمواجهة الإنتاج الاني، لاسيما نظام البطاقات المعتمدة في المنظمات الصناعية اليابانية والتي تدعا بنظام كانبان في تخطيط وجدولة الإنتاج.

ويعد أيضاً بأنه تخطيط متكامل للإنتاج ونظام سيطرة المعلومات المناسب وبالأخص بيئة العمل المعقدة لتطوير كمية العمل التي يجب القيام بها، و يقدم تقنية الإنتاج الأمثل مزيج من المنتجات وإيجاد عمليات الاختناقات في عمليات الإنتاج حيث يجب أن يمر المنتج خلال سلسلة من العمليات ومهما كانت سرعة العمليات الأخرى فأن قدرة السلسلة تحدد بقدرة الاختناقات وهنا تكمن أهمية تقنية الإنتاج الأمثل وتميزها على الأنظمة الأخرى، ويتفق الباحثون والمهتمين على اعتبار (OPT) تقنية مرادفة وتنبثق من نظرية القيود.

وهناك عدة تعاريف لهذا النظام فتعرف بأنها تقنية تستند على الحاسوب من اجل جدولة نظم المساهمة لمراقبة الاختناقات والإنتاج وإدارة القيود وانها التصنيع المتزامن الذي يقوم بتخطيط ورقابة الإنتاج، وتعرف أيضاً بأنه أسلوب إداري لمراقبة الاختناقات والإنتاج وإدارة القيود فضلا عن كونها عملية تصنيع متزامن لان كل أجزاء المنظمة تعمل معا لتحقيق أهداف المنظمة، ويعرف النظام ايضاً بانه تخطيط ورقابة الإنتاج وتلك النظرية التي تحاول الجدولة المثلى في العمليات لتعظيم الفائدة.

ثالثاً / خصائص ومبادئ نظام (OPT)

- **خصائص نظام(OPT)**

1- نظام حاسبة حيث إن هناك برمجيات خاصة بالنظام تطبق بمساندة الحاسوب.

2- نظام لتخطيط وجدولة الإنتاج وان هدفه الأساسي هو الجدولة المثلى التي تحقق المخرجات الأعلى والمخزون الأدنى والنفقات التشغيلية الأقل .

3- السمة الأساسية لهذا النظام هو التأكيد على موارد الاختناق (لعمل والآلات) والوقع إن هذا النظام يقوم على إدارة الاختناق وهي المفتاح الأساسي للأداء الناجح في جدولة الإنتاج .

- **مبادئ نظام(OPT)**

1- يستخدم هذا النظام مبادئ محاسبة الكلفة اي انه يحول تقليل الكلف الزائدة في الجزء الحرج.

2- هذا النظام يعتمد مؤشرات الأداء المالي أي انه يعتمد المقاييس المالية في أداء الجزء الحرج وليس الجزء الغير حرج.

3- يعتمد على الوحدات المتكاملة من البرامجيات ومن هذه الوحدات : شبكة المنتج ، قائمة بالموارد، وحدة تسمى بوحدة الخدمة المتكاملة.

رابعاً /مزايا وعيوب نظام(OPT)

إن (OPT) شانه شان الأنظمةالأخرى له مزايا وعيوب ،فمع انه قدم مفاهيم يمكن اعتبارها جديدة فيما يتعلق بالكثير من القواعد إلا انه بالمقابل اتسم بعيوب حدت من انتشاره واستخدامه. ويمكن أن نشير فيما يأتي إلى مزايا نظام (OPT) بالاتي:

1- إن (OPT) يوفر قاعدة بيانات دقيقة عن المنتجات والأجزاء وعمليات الإنتاج وأوقاتها وتحميل الأعمال في النظام.

2-إن استخدام الحاسبة يساعد على تحقيق سيطرة فعالة على الإنتاج والمخزون تحت التشغيل.

3-إن قواعد (OPT) تقدم فهما جديدا لجدولة الإنتاج يساعد على توليد جدولة أكثر دقة وفعالية .

4- ان نظام (OPT) يؤدي في التطبيق الى زيادة معدل المخرجات وخفض المخزون وتقليص النفقات التشغيلية .

أما عيوب نظام (OPT) فيمكن تحديدها بالاتي :

1- إن نظام (OPT) يقوم على المدخل التايلوري (Taylor's Approach)حيث لا مشاركة للعمال فيه.

2- إن نظام (OPT) بوصفه نظام حاسبة وكذلك نظام ملكية،يعتبر نظاما مكلفا.

3- انه يقدم نمطا اقل تفاعلا بين المصنع والموردين وبين المصنع والزباين .

خامساً / افتراضات نظام (OPT)

ترتكز افتراضات OPTعلى الهدف الأساسي الذي تسعى إليه كل منظمة صناعية متمثلاً بتحقيق الأرباح، أما النشاطات المتمثلة بالجودة العالية وتحسين مهارات العاملين واستخدام التقنيات المتطورة، ويضع هذا النظام نوعين من المؤشرات، حيث تسمى الأولى بالمؤشرات المالية، أما الثانية فهي المؤشرات التشغيلية.

1- **المؤشرات المالية وتشمل :**

- صافي الربح (Net profit) أي قياس كمية الأموال.
- العائد على الاستثمار (return on Investment) ويعبر عن ربحية جميع الاستثمارات القصيرة والطويلة الأجل.
- التدفق النقدي(Cash Flow) وهو يعد مؤشر البقاء.

2- **المؤشرات التشغيلية وتشمل:**

- الطاقة الإنتاجية (Throughput) وهو مؤشر لكمية الأموال المتحققة من مبيعات النظام.
- المخزون(Inventory) هي الأموال المستثمرة في المخزون والمكونات المرتقب بيعها.
- نفقات تشغيلية: كل الأموال المنفقة لتحويل الطاقة الإنتاجيةإلى المخزونات.

- **منطق المعالجة وفق نظام (OPT)**

إن منطق المعالجة وفق نظام **(OPT)** يتماشى مع فلسفة نظرية القيود، وهي تتبع الخطوات الآتية:

1- الخطوة الأولى: تحديد القيود حيث لا يمكن معرفة القيود في المنظمة إلاإذا عرف إلى أين ستتجه، أو عرفت أهدافها الإستراتيجية، وتعد مرحلة تعرف القيود أصعب مرحلة في التنفيذ.

2- الخطوة الثانية: التقرير بشأن استغلال القيود، وهنا يتم استخدام الأساليب التي تحل المشكلة حسب طبيعتها.

3- الخطوة الثالثة: إخضاع بقية الموارد، وهنا يتم مطابقة أو إضافة ما تم اتخاذ القرار بـشأنه لحذف العائق ، وإلا تولد عائق آخر؛ أي بالتنسيق بين الأهداف ومؤشرات الأداء مع هذه الاختيارات.

4- الخطوة الرابعة: إزالة القيود، إذ توضح أقل إسهام لكل مورد حـسب طبيعتـه، ثـم العمـل على تطوير كل مورد حسب طبيعته.

5- الخطوة الخامسة: العودة إلى الخطوة الأولى لتكرار العملية مع بقية القيود، ويقصد بذلك متابعة العملية، لأن القيود تتغير بفعل ديناميكية البيئة، فما لم يكـن عائقـاً قـد يتحـول بظهـور معـالم جديدة في البيئة ، ولكي يصبح الجمود العـائق الأسـاسي في المنظمـة يفـترض العمـل بـصفة دائمـة عـلى متابعة القيود.

سادساً / برمجة نظام (OPT)وكيفية استخدامه في إدارةالإنتاج

إن نظام OPTهو نظام حاسبة وان عملية تطبيقه تتطلب برامجية خاصة بالنظام تتكـون مـن أربع وحدات متكاملة أساسية وهي:

1- **وحدة البناء:** وهذه هي وحدة البداية التي ببناء نموذج المصنع حـسب البيانـات المقدمـة من الجهة المستفيدة وهذه البيانات تتعلق بـالمواد الأوليـة والأجـزاء المـشتراة، حجـم المنتجـات، سـعة مراكز العمل أو الموارد في المصنع، تعاقب المـسار الفنـي خـلال المـصنع، الاحتياجـات الزمنيـة للمنـتج، (وقت الأعداد، وقت التشغيل الفعلي، تأخر الجدولة، كميـات الطلبيـات، مواعيـد تـسليم الطلبيـات)، ومن هذه البيانات يتم بناء نموذج المصنع للانتقال إلى الوحدة التالية في برمجة نظام OPT.

2- **وحدة الخدمة:** وهذه الوحدة التي تقوم بتحديد مـوارد الاختنـاق واللااختنـاق مـن خـلال إطلاق أنماط التحميل لكل مورد من الموارد المستخدمة في المصنع، ومن خلال ذلـك يتحقـق الغـرض في كلا النوعين من الموارد.

3- **وحدة التقسيم:** وتختص هذه بتقسيم النظام فئتين هما عمليات او مـوارد حرجـة وعمليات أو موارد غير حرجة وبما يمكن من تطبيق خوارزميات النظـام للتوصـل إلى الجدولـة المثلى.

4- **وحدة الجدولة:** هذه الوحدة تتضمن مجموعة خوارزميات تنفذ جدولة فعلية وذلك بتحقيق الجدولة إلى الأمام للموارد الحرجة وفق منطق OPTوقواعده مع استخدام وجبة إنتاج المتغيرة، والجدولة إلى الخلف للموارد الغير حرجة حيث تكون هذه الأخيرة في خدمة جدولة الموارد الحرجة.

سابعاً /القواعد الأساسية لنظام (OPT)

تقوم فلسفة OPT على مجموعة من القواعد المنبثقة من الوعي الفكري لمصممي النظام الذي ينظر إلى الصناعة بأسلوب جديد وفي هذا الصدد قدم(Browne، 1988) القواعد الآتية:

القاعدة (1): إن مستوى استخدام الموارد غير الحرجة لا يتحدد بطاقتها، ولكن بواسطة قيود أخرى في النظام.

تتضمن الموارد غير الحرجة طاقة إنتاجية تزيد بكثير من مستويات الطاقة المتاحة على الموارد الحرجة .إلا إن الاستخدام الكامل لهذه الطاقة يقود إلى بناء خزين من العمل تحت الصنع وعليه فان تدني مستوى الخزين بين العمليات يتطلب تشغيل هذه الموارد بمستوى استخدام مساوي إلى استيعاب الموارد الحرجة لضمان استمرارها على العمل في جميع الأوقات دون توقف .

القاعدة (2): تشغيل الموارد بمستوى العمل المطلوب لا يساوي عادة استخدام الموارد بكامل طاقتها.

إن هذه القاعدة تقوم على أن تشغيل الموارد بمستوى العمل المطلوب لايساوي عادة بالضرورة استخدام هذه الموارد بكامل طاقتها ،لهذا من الضروري التمييز بين الاستغلال بكفاءة (Utilization) أي ما يستطيع المصنع عمله (what aplant can do) وبين النشاط بفاعلية (Activation) أي ما يجب على المصنع عمله (what a plant should do) .

القاعدة (3): ضياع ساعة من وقت الموارد الحرجة يمثل ضياع ساعة من وقت النظام الكلي.

ان هذه القاعدة تركز على استخدام الموارد الغير حرجة بكامل طاقتها(100%) أو بنسبة قريبة منها بغية تعظيم المنتجات المباعة.

القاعدة (4): توفير ساعة من وقت الموارد غير الحرجة يعد جهدا بلا عائد.

يمكن القول على ان توفير الوقت على الموارد غير الحرجة لا يحقق فوائد مباشرة وذلك لعدم تأثيرها في طاقة النظام الكلي . وقد يتم وقت التوفير إلى وقت التشغيل ولكنها ستكلف المنشاءة أموالا نتيجة لعدم إمكان امتصاص الإنتاج الإضافي من قبل الموارد الحرجة لتحويلها إلى منتوجات قابلة للبيع.

القاعدة (5): تتحكم الاختناقات في تحديد حجم كل من المنتجات المباعة والمخزون من العمل تحت الصنع.

في المدخل التقليدي الاختناقات تحدد فقط المخرجات بشكل مؤقت ولها تأثير قليل على المخزون،إلاأن نظام OPTوجه الأنظار واثبت المخزون بشكل خاص العمل أو المورد تحت التشغيل WIPهو دالة مقدار الوقت المطلوب للاحتفاظ بمورد الاختناق مشغولا، وهذا يعني إن وقتاًأطول عند مورد الاختناق يؤدي إلى الاحتفاظ بالمخزون لفترة أطول .

القاعدة(6): دفعة الانتقال ربما لا تساوي، بل في أوقات عدة يجب أن لا تساوي، دفعة الإنتاج.

تقليديا أن حجم الوجبة الواحد (الذي يتكرر) يحدد كحجم امثل في عملية الإنتاج، أما في نظام (OPT) فان هناك حجمين على الأقل للوجبة هما حجم النقل (The Transfer Batch) وحجم التشغيل (The Process Batch) الواقع ان تقسيم الوجبات وتداخلها غير مرغوب به في المدخل التقليدي مما كان يؤدي إلى اعتماد وجبة تشغيل مساوية لوجبة النقل (أي الحجم الذي ينقل بين مورد واخر) وعندئذ فان الوجبة لن تتحرك من مورد لآخرأو من عملية الوجبات تكون جوهرية في تحقيق التشغيل الفعال.

القاعدة (7): دفعة الإنتاج يجب أن تكون متغيرة وليست ثابتة.

ان هذه القاعدة تفـترض أن حجـم وجبـة التـشغيل(Process Batch) عنـد مختلـف المـوارد أو العمليات يجب أن لايكون نفسه. وهذا يخالف ممارسة التصنيع التقليدية التي تفرض انـه فـيما عـدا الحالات الاستثنائية فان حجم الوجبة يجب أن يكون ثابتة من عمليـة لأخـرى وعـبر الوقـت. في حـين انه نظام(OPT) فان وجبات التشغيل تكون دالة الجدولـة وتتغـير بـشكل احـتمالي في العمليـة وعـبر الوقت.

القاعدة (8): المطلوب تحقيق التوازن لعملية التدفق وليست الطاقة.

وجوب تحقيق توازن العملية الإنتاجية بالدرجة الأولى ويليها في الأهمية استخدام المـوارد. لـذا يتطلب تشغيل الموارد غير الحرجة بمستوى استخدام يـضمن اسـتمرار المـوارد الحرجـة في العمـل دون توقف، ونتيجة لذلك فإن OPTتؤكد على تحقيق توازن لعملية التدفق وليس الطاقة.

القاعدة (9):الطاقة والأسبقية يجب أن تؤخذا بنظر الاعتبار معا وليست بالتعاقب.

القاعدة (10):أن مجموع الأمثليات الموضوعية(الجزئية) لا تساوي الأمثلية الكلية.

ثامناً / الاختناق واللاختناق في نظام (OPT)

أن المنطق في نظام (OPT) هو التمييز بين عمليات الاختناق (Bottleneck Operation) التـي تمثل عمليات حرجة نسبة الاستغلال فيها تـصل الى مـا يقـارب (100%)، وعمليـات اللاختنـاق (Non-Bottleneck Operation) التي تكون نسبة استغلال سعة المورد (الالـة أو العامـل) منخفـضة لـذا يمكـن التعامل معها بمرونة.

مثال/

في ورشة عمل توجد ثلاث عمليات (القطع، التشكيل، الطلاء) تستخدم في معالجـة الجـزء(س-20) والجدول أدناه يتضمن البيانات الخاصة بذلك الجزء.

الوقت	العمليات		
	القطع	التشكيل	الطلاء
وقت الإعداد	15 دقيقة	20 دقيقة	15 دقيقة
وقت المعالجة	35	50	25
وقت النقل	10	5	14

وكانت هناك طلبية على هذا الجزء بمقدار (200) وحدة مطلـوب تـسليمها في الفـترة القادمـة، وكان أسبوع العمل يتكون من (40) ساعة عمل. المطلوب تحديد عمليـات الاختنـاق واللاختنـاق، ومـا هو معدل المخرجات الأقصى من الجزء في الأسبوع، ولماذا؟

الحل/

احتساب الوقت اللازم لانجاز العمليات الثلاث(إنتاج200 وحدة من الجزء س-20)

- الوقت اللازم – عملية القطع = (15+35+10)* 200= 12000 دقيقة.
- معدل المخرجات/ اسبوع = 5/200 = 40 وحدة.
- الوقت اللازم – عملية التشكيل = (20+50+5)*200= 15000 دقيقة= 6.25 أسبوع.
- معدل المخرجات/ أسبوع = 200 / 6.25 = 32 وحدة.
- الوقت اللازم – عملية الطلاء=(15+25+14)*200=10800 دقيقة= 4.5 أسبوع.
- معدل المخرجات/ أسبوع = 200 / 4.5 = 44 وحدة.

يلاحظ أن عمليتي القطع والطلاء لا تواجهـان مـشكلة في الإيفـاء بالطلبيـة في موعـدها وهـما عمليتان بدون اختناق، وبالتالي تواجهان نقص استغلال السعة عند تنفيـذ الطلبيـة، في حـين أن عمليـة التشكيل تواجـه لابفـاء الطلبيـة بالاختنـاق لأن مخرجاتهـا أقـل مـن معـدل مخرجـات العمليـة التـي تسبقهاأو التي تتبعها.

- **معالجة الاختناقات في نظام الإنتاج الأمثل:**

ان المساهمة الأساسية لنظام (OPT) تتمثل في توجيه الأنظار إلى التمييز بين موارد الاختناق وموارد اللاختناق وتقديم قواعد وبرامجيات حاسبة، من اجل معالجة الاختناق واعتبار ذلك هو الأساس في الأداء الناجح لوظيفة العمليات في مجال تخطيط وجدولة الانتاج وان برامجيات (OPT) تتضمن مجموعة من الخوارزميات المنفذة لعملية الجدولة فعليا، فأن معالجة الاختناق ليست متاحة في الوقت الحاضر الا بالأسلوب اليدوي وبالاعتماد على قواعد (OPT).

- **استخدام مدخلي الجدولة الى الامام والى الخلف:**

حيث يتم في مورد الاختناق استخدام مدخل الجدولة الى الأمام ، وفي مورد اللاختناق يستخدم مدخل الجدولة الى الخلف.

مثال/

منتج يتكون من تجمعين فرعيين ، وهناك اختناق واحد في التجميع الفرعي الثاني الذي توفرت عنه البيانات الاتية عن اوقات العمليات كالاتي:

- العملية الاولى تستغرق (دقيقة واحدة).
- العملية الثانية تستغرق (1.5 دقيقة).
- العملية الثالثة تستغرق (0.75) ، وكانت هناك وجبة انتاج مقدارها (600) وحدة من التجميع الفرعي الثاني.

المطلوب/ معالجة الاختناق باستخدام مدخلي الجدولة الى الامام والى الخلف.

الحل/

معدل الانتاج / ساعة (العملية الأولى) = 60 وحدة.

معدل الانتاج / ساعة (العملية الثانية)= 40 وحدة.

معدل الانتاج / ساعة (العملية الثالثة)= 80 وحدة.

حيث ان الوقت اللازم لاكمال الوجبة هو :

العملية الأولى = 10 ساعة.

العملية الثانية = 15 ساعة.

العملية الثالثة = 7.5 ساعة.

ويلاحظ ان العملية الثانية تعاني من اختناق ولمعالجة هـذا الاختنـاق تـتم جدولـة العمليـة الثانية الى الامام قبل الانتهاء من العملية الأولى بفترة ملائمة وتحدد هذه الفترة حسب موعد التـسليم فاذا كان موعد التسليم حرجاً (اي احتمال ان يكون هناك تأخير في التسليم) فأن الفترة الملائمـة تكـون طويلة كأن يتم البدء بالعملية الثانية بعد فترة وجيزة من البـدء بالعمليـة الأولى ، امـا اذا كـان موعـد التسليم غير حرج فأن الفترة الملائمة يمكن تقليصها.

1- **استخدام اوقات انتظار متغيرة:** وذلك من خلال استخدام وجبات انتاج كبيرة عند مـورد الاختناق ووجبات انتاج صغيرة (أي فترات اعداد كبيرة) عند مورد اللاختناق، فمـثلاً اذا كـان معـدل المخرجات عند مورد الاختناق (100) وحدة في اليوم ومعدل المخرجات عند مـورد اللاختنـاق (200) وحدة في اليوم، وفي هذه الحالة يمكن اعتماد وجبـة انتـاج مقـدارها (100) وحـدة للمـوردين. وقـد ينتج هذا وقتا عاطلاً عند مورد اللاختناق يستخدم في وجبات اخـرى، في حـين ان المـدخل التقليـدي كان يعتمد وجبـة الانتـاج (200) وحـدة مـع تحميـل مخـزون اكـبر في تـشغيل يتجمـع امـام مـورد الاختناق.

2- **وجبة التشغيل ووجبة النقل متباينتان:** حيث ان وجود اختناق في احدى العمليات يجعل وجبة التشغيل ووجبة النقل غير متساويتين في جميع العمليات، ففي مدخل الجدولة الى الأمام لا يـتم انتظار وجبة التشغيل بالكامل وانما تكون الوجبة متغـيرة وبكمبـات صـغيرة ومتكـررة، دون ان تكـون هناك حاجة للقيام بهذا المدخل في مورد اللاختناق الذي قد يفرض نقل الوجبة بالكامل.

3- **تحسين وقت التشغيل عنـد مـورد الاختنـاق:** وذلـك بتقلـيص وقـت الاعـداد ، وجبة اكبر لتقليص مـرات الاعـداد وتحـسين كفـاءة العامـل وصـيانة فعالـة لابقـاء مـورد

الاختناق في حالة تشغيل كامل، وهذا كله يزيد من معدل المخرجات من هـذا المـورد كـما يقلـص مـن عدم التوازن بين العمليات.

4- **ادارة مخزون الامـان:** ان نظـام (OPT) يحقـق الادارة الفعالـة لمخـزون الامـان مـن خـلال التأكيد على الاحتفاظ بمخزون أمان واحد في طريقة للتجميع وخاصة في طريـق انتـاج الجـزء الى مـورد الاختناق.

- **جدولة نظام (OPT):**

1- **جدولة الانتاج للجزء الحرج من شبكة المنتج:** تنطـوي جدولـة الجـزء الحـرج مـن شـبكة المنتج على اجرائين، يتمثل الاول منه بصياغة جدولة العمليـة او العمليـات ذات الاختناقـات، ويخـتص الثاني بصياغة الجزء الحرج بضمنها الاختناقات والاتي:

- **جدولة العمليات ذات الاختناقات او (جدولة المورد الحرج):** يُـستخدم اجـراء (Bottleneck schedule) لصياغة جدولة الى الامام للمورد الحرج فقط، وذلك من خلال احداث ربط بين ملف شبكة المنتج وملف وحدة (serve) اخذين بنظر الاعتبار الطاقة المحددة لهذه الماكنة، وتوصف هذه الجدولة بكونها الاساس في بناء جدلة الانتاج الرئيسة للجزء الحرج من شـبكة المنـتج ، وتمثـل في الوقـت نفـسه جدولة الانتاج الرئيسة للنظام.

- **جدولة الجزء الحرج من شبكة المنتج:** يتم احداثها من خلال ربط ملف وحدة (serve) مـع ملف شبكة المنتج لتحديد الكميات المخطط انتاجها مـن الاجـزاء المـصنعة والتجـاميع الفرعيـة خـلال العمليات الانتاجية الواقعة في الجزء الحرج من شبكة المنتج، وتوصف هذه الجدولة بكونها جدولة الى الامام وبالطاقات المحددة للموارد.

2- **جدولة الموارد غير الحرجة:** تستخدم وحدة (serve) لصياغة جدولة الى الخلف وبطاقة غير محددة للمكائن وذل لجميع العمليات الواقعة في الجزء غير الحرج من شبكة المنتج.

قائمة المصادر

أولاً: المصادر باللغة العربية

1- اللامي، غسان قاسم اللامي،(2007)، **ادارة تكنولوجيا مفاهيم ومداخل تقنيات تطبيقات عملية**، الطبعة الاولى،دار المتهج للنشر والتوزيع،عمان، الاردن.

2- الاتروشي،عقيلة مصطفى،(1993)،**الاختيار الاستراتيجي لنظام التخطيط والسيطرة على الانتاج**، اطروحة دكتوراه-كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد.

3- مقري، زكية ، (2008)، **نحو تفكير جديد في إدارة الإنتاج في ظل هيمنة التسويق**، جامعة الحاج لخضر كلية العلوم الاقتصاديةوعلوم التسيير، باتنة، الجزائر.

4- نجم، عبود نجم، (2007)، **مدخل الى ادارة العمليات**، الطبعة الاولى، دار المناهج للنشر، عمان، الاردن.

ثانياً: المصادر باللغة الانكليزية

1- J .Browne،**Production Management System ACIM Perspective**، (1988)، Wesley Publishing Company.

2- Davis، Mark M.، Aquilano، Nicholas J.،&Case، Richard B.، (2003)،**Fundamentals of Operation Management**، 4th edition، Mc Graw -Hill Companies، Inc.، New York، USA.

3- Peter Burcher، (2015)،**Optimized Production Technology**، Wiley Encyclopedia of Management، vol. 10.

4- Fry، T. D.، Cox، J. F. and Blackstone، J. H. Jr،(1992)،**An analysis and discussion of the optimized production technology software and its use**، Production and Operations Management.

5- Timothy Fry،James F. Cox and JOHN H. BLACKSTONE JR،(2009)،**An analysis and discussion of the optimized production technology software and its use**،Production and Operations Management 1.2،10.1111/j.1937-5956.1992.tb00355.x.

6- Rohit Verma، (1997)،**Management Science**، **Theory of Constraints/ Optimized Production Technology and Local Optimization**، Cornell University School of Hotel Administration The Scholarly Commons.

الفصل الخامس

نظام التصنيع الرشيق

Lean Manufacturing System (L.M)

الفصل الخامس

نظام التصنيع الرشيق

Lean Manufacturing System (L.M)

تمهيد..

واجه المصنعين اليابانيين مشكلة النقص الكبير في المواد الأولية و الموارد البشرية بعد الحرب العالمية الثانية، وأثمرت هذه المشكلات نظام التصنيع الرشيق، وتم تبني هذا المفهوم من قبل شركة تويوتا وأطلق عليه (نظام إنتاج تويوتا) اذ تطلب الأمر القيام بأنعطافة تاريخية تغير مسار خط الانتاج في تويوتا والاقتصاد الياباني برمته من خلال اتخاذ القرار المصيري المرتبط بتحديد اسباب الهدر ذلك القرار الذي اسس لفلسفة جديدة في عالم الانتاج الياباني نأت به عن الانتاج التقليدي وجعلت منه اسطورة العصر الحديث

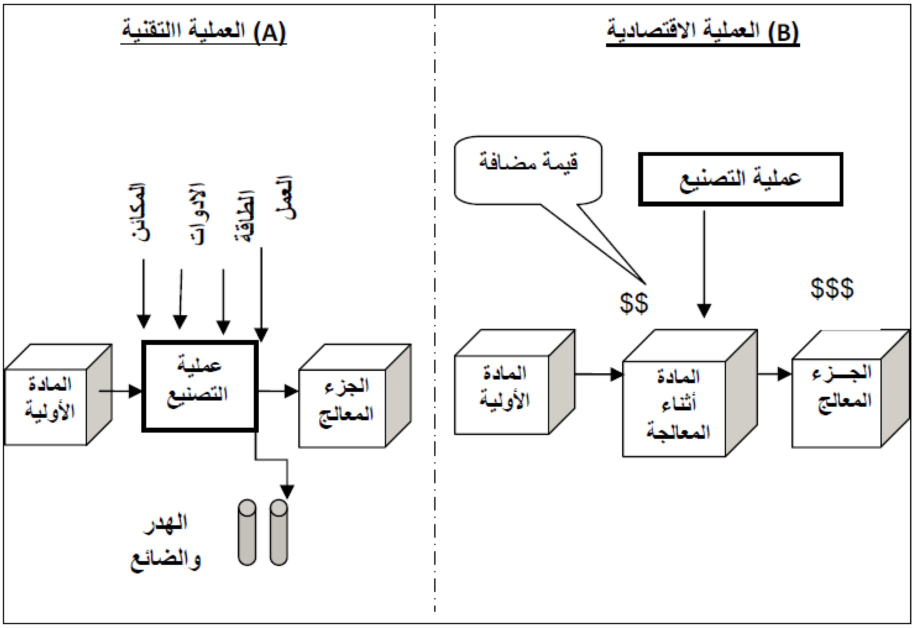
أولاً / مفهوم التصنيع الرشيق

يعد التصنيع الرشيق (Lean Manufacturing) والذي يرمز له اختصارا بـ(L.M) من الموضوعات التي أثارت اهتمام الباحثين في مجالات الهندسة الصناعية ونظم الانتاج والعمليات خلال السنوات الأخيرة .

وقبل التطرق لمفهوم التصنيع الرشيق لابد من الإشارة الى مصطلح التصنيع (Manufacturing)، ففي هذا السياق أشار الباحث (Groover) الى انه يمكن التطرق لمصطلح التصنيع (Manufacturing) في مجالين رئيسيين هما: المجال التقني والمجال الاقتصادي :

1- فالتصنيع التقني (Technologically Manufacturing)يعرف بأنه مجموعة من المعالجات الكيميائية والفيزيائية للتغيير في هندسة و/أو خصائص المادة الاولية الخاضعة للمعالجة ، من اجل تكوين (صنع) الاجزاء أو المنتجات .

2- أما التصنيع الاقتصادي(Manufacturing Economically) فيعرف بأنه تحويل المواد الى حاجات ذات قيمة أعظم، وذلك باستخدام وسائل تنفذ معالجة واحدة أو أكثر من معالجة أو عن طريق عمليات التجميع ، وكما هو موضح في الشكل (1) .



الشكل(1)

التصنيع التقني و التصنيع الاقتصادي .

ان مصطح الرشيق (Lean) مشتق من التقليل من استخدام الموارد وعدم التبذير فيها ، بمعنى تحقيق الكفاءة العالية في استخدامها ، حيث يدور محتوى النظام الرشيق بشكلٍ عام حول تحقيق إنجاز عالٍ مع التقليل من استخدام الوقت ، الخزين ، العمل (جهد العاملين)، وراس المال ، بعبارة أخرى تحقيق اكبر قدر ممكن من المخرجات باستخدام اقل ما يمكن من المدخلات .

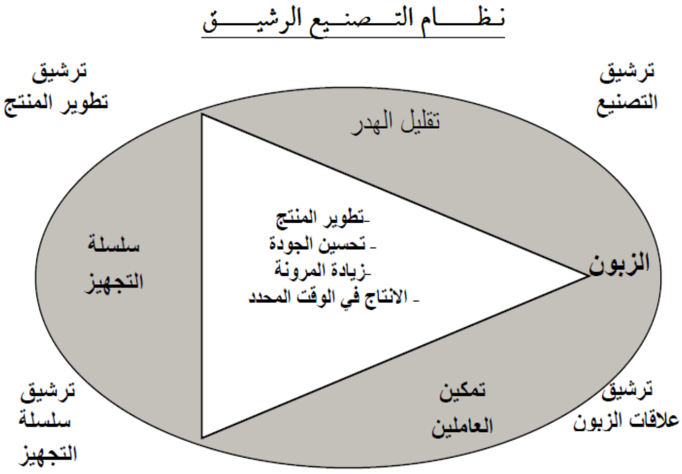
لذا فان التصنيع الرشيق (Lean Manufacturing) يعرّف باختصار بأنه التعهد بإزالة الهدر وتبسيط الإجراءات، والتسريع بالإنتاج .

ويصفه (Groover،2002) بأنه تبني انتاج واسع (Mass Production) فيه عاملون وخلايا عمل أكثر مرونة ، وفيه أساليب تستخدم لتقليل هدر الوقت بكافة أشكاله ،وذهب(Mekong &Report،2004)أيضاً الى تعريف اشمل للتصنيع الرشيق فعبّر عنه بأنه مجموعة من الأساليب التي تطبق على نحوٍ متزايد في العالم ، تهدف الى ازالة

الهدر وعدم الفاعلية مـن عمليـة التـصنيع ، وهـذا يحقـق مزايـا للمـصنعين منهـا تحقيـق كلـف اقـل وانتاجية اكبر.

وفي السياق نفسه يعرفه(Haman ،2005)بأنه مجموعة من الأدوات التي تعمل على بناء القيمة وتخفيض الهدر عند تطبيقها.

يتضح مما سبق ان نظام التصنيع الرشيق لا يقتصر على كونـه مجموعـة تقنيـات وأدوات، بـل يتعدى الى ابعد من ذلك ، اذ يعد مدخلاً شاملاً أو فلسفة انتاج شاملة ومتكاملة ، حيث لا يقتصر على العملية الإنتاجية داخل المنظمة فحسب ، بل ان له أبعاداً إستراتيجية في ترشيق العمليات تبدأ باستلام المواد الاولية من المجهز مروراً بالعمليات ولغاية تسليمها للزبون ، فضلاً عن إمكانية تطبيقه في مجـال الخدمات أيضاً. والشكل التالي يوضح استراتيجيات التصنيع الرشيق ، والتي تـضم بالإضـافة الى ترشـيق التصنيع ، ترشيق سلسلة التجهيز ، وترشيق علاقـات الزبـون، وأخـيراً ترشـيق تطـوير المنـتج، وان هـذه الإستراتيجيات بمجملها تكون بما يدعى بالمنظمة الرشيقة أو المشروع الرشيق(Lean Enterprise).



الشكل (2)

استراتيجيات التصنيع الرشيق

تقوم الفكرة الأساسية لهذا النظام على تقليل استهلاك الموارد التي لا تضيف قيمة، حيث اخترع القادة اليابانيون مثل: Shingeo Shingo، Toyoda، Kirchiro، Taiichi Ohno. النظام الجديد بالتوجه بالعملية، وقد قام (Ohno) بتصنيف أفكاره حول هذا الموضوع الى ان تطور نظام إنتاج تويوتا بين الاعوام (1945-1970) ولا يزال ينمو في كل العالم.

كان الهدف هو صناعة سيارات تبعاً لطلب الزبون والبدء بتخفيض أوقات التهيئة وذلك عن طريق ادارة الجودة الشاملة(Total Quality Management (TQM، مع تبني المخزون الصفري، واتباع اللامركزية في إدارة ورشة العمل. وبغية التنافس الحديث في السوق التنافسي، فإن المصنعين الأمريكيين، ومؤسساتها التصنيعية للتكنولوجيا أدركوا أن مفهوم الإنتاج الواسع التقليدي يجب ان يتبناالأفكار الجديدة للتصنيع الرشيق،فالنجاح الكبير في تويوتا من إنتاج وتوزيع المنتجات بنصف أو أقل من الجهود البشرية، الاستثمار الرأسمالي، المساحة، الأدوات، والمواد الأولية، الوقت، والمصروفات الإضافية شجع الأمريكيين في تبني هذا المفهوم، والذي وصف في كتاب "الماكنة التي غيرت العالم (The Machine that Change the World) ويعرض الجدول (1) الاختلافات المنظماتية الرئيسية وشركات التصنيع الرشيق والواسع.

الجدول (1)

المقارنة بين الإنتاج الواسع مقابل التصنيع الرشيق

التصنيع الرشيق	VS بالمقارنة	الإنتاج الواسع
المهمات المتعددةالوظائف المتعددة فريق العمل	تعريف الوظيفة	مواصفات الوظيفة محدودة التخصص
كل العاملين مسؤولين عن رقابة الجودة	مراقبة الجودة	الادارة مسؤولة عن رقابة الجودة
مرونة التعديلات الممكنة "سحب". سرعة التغيير. JIT (دفعة الإنتاج الصغيرة) وحجم الدفعة صغير	معالجة الإنتاج	عدم المرونة استمرارية العملية لمعالجة واحدة "دفع"الحالة الآنية لحجم الدفعة الكبير
الرشيق (الرشاقة في مخزونات بين المعالجة). (الوقت المحدد)	المخزون	مخزونات فائضة كبيرة الحالة الآنية
العلاقات المتداخلة التعاونية الاتصالات المتكررة	العلاقة مع المجهزين	العلاقات المباشرة . الاتصالات متقطعة التأكيد على وحدة الكلفة/السعر
المشارك والمسطح تمكين القائد – فرق عمل المسهلة ذات الشخصية المميزة	الإدارة	المركزية . المدير التقليدي-الرقابة الأوتوقراطية. الفردية.
الجودة، المرونة، والسعر. النموذج السريع للإحلال. اقتصاديات المجال.	المنافسة على	السعر. الحجم الاقتصادي .
الزبون	التركيز	المنتج
حذف الهدر. إضافة القيمة.	الهدف	تخفيض التكاليف. زيادة الكفاءة.

وبالاستناد الى ماسبق يمكن استنتاج خصائص التصنيع الرشيق وحصرها في النقاط الآتية:-

1. الإنتاج المتكامل بأدنى مخزون في كل مكان، باستخدام إدارة الوقت المحدد.

2. العلاقات الأفقية المتكاملة بتكامل سلسلة التجهيز من المواد الأولية إلى المنتج النهائي وإحلال التوجه بالمشاركة بالعلاقات مع المجهزين والموزعين.

3. المعالجات في الوقت المحدد: تحركات الجزء إلى العمليات الإنتاجية، حيث تتم معالجته مباشرة ومن ثم يتحرك مباشرة إلى العملية اللاحقة.

4. أوقات دورات (طلب) قصيرة الشحن، قابليات إنتاج دفعة صغيرة بالتزامن مع جداول الشحن.

5. الإنتاج يعتمد على الأوامر بدلاً من التنبؤات، تخطيط الإنتاج يقاد بواسطة طلب الزبون أو السحب ولا يناسب مع تحميل الماكينة أو تدفقات العمل غير المرنة في ورشة العمل.

6. أدنى مخزون عند كل مرحلة لمعالجة الإنتاج.

7. التغييرات السريعة للمكائن والمعدات تسمح بإنتاج منتجات مختلفة بتدفق قطعة واحدة بدفعات صغيرة.

8. مراقبة الجودة الكلية، الاستخدام النشط بواسطة العاملين، الخبرات في تحديد مواطن الخلل في الآلات وفي إصلاحها وحل المشكلات لتحسين الجودة وحذف الهدر.

9. الوقاية من العيوب بدلاً من الفحص وإعادة العمل ببناء جودة في المعالجات وتنفيذ إجراءات التغذية العكسية للجودة في الوقت الحقيقي.

10. يعتمد نظام الفرق المخولة، وهي فرق الانتاج المسؤولة عن اتخاذ قرارتها الخاصة مثل ايقاف الخط الانتاجي في حالة حدوث عيوب.

11. ان اي نشاط لا يحقق قيمة فهو يعد هدراً (Waste) .

12. منظمات الفرق المستندة على العمل بتمكين المشغلين بمهارات متعددة لاتخاذ القرارات وتحسين العمليات.

13. الترتيب الداخلي مستند على تدفق المنتج ، على خلاف التصنيع التقليدي الذي يستند على الاقسام او الوظائف.

14. يتصف مكان العمل بالامان والنظافة والترتيب من خلال تطبيق الخطوات الخمسة ال (S5) الخاصة بتنظيم موقع العمل.

15. تتم المعالجة من خلال تحرك القطعة الى عملية الانتاج ، ومن ثم تعالج بشكل فوري واخيرا تتحرك مباشرة الى العملية القادمة.

16. السعي المتواصل الى تحقيق الامثلية(Perfect) اذ لا توجد هناك نقطة نهاية ولكن عملية التحسين مستمرة.

17. المنتج الرشيق يرسخ لدى العاملين قناعات تتمثل في عدم انتاج اجزاء معيبة، وانه لا حاجة للخزين، وان تزال كل الاجراءات الخصائص التي لا تضيف قيمة للمنتج النهائي.

ثانياً/ أهداف التصنيع الرشيق

إن الهدف الرئيسي لنظام التصنيع الرشيق هو الإزالة المستمرة للهدر عن طريق التحسين المستمر ، فضلاً عن وجود اهداف فرعية عديدة أخرى وهي:

1- تقليل الخسائر والمعيبات Wastages&Defects

يهدف التصنيع الرشيق الى تقليل المعيب والضائعات المادية غير الضرورية، والتي تتضمن الإفراط في استخدام المدخلات من المواد الخام، المعيبات الممكنة المنع ، الكلف (الخسارة) المرتبطة بالمواد المعابة والمعادة ، وخصائص المنتج غير الضرورية والتي لم تكن مطلوبة بالأساس من قبل الزبائن.

2- تخفيض أوقات دورة الانتاج وفترات الانتظار Cycle Times

يتم تخفيض أوقات دورة الانتاج وفترات انتظار الانتاج ، من خلال تخفيض أوقات الانتظار بين المراحل للمعالجة ، فضلاً عن تخفيض أوقات التحضير(الإعداد) للعملية الإنتاجية، وتخفيض أوقات تغيير نموذج المنتج (Model).

3-تخفيض مستويات الخزين Inventory Levels

يهدف التصنيع الرشيق الى تخفيض مستويات الخزين في جميع مراحل العملية الإنتاجية، وخصوصاً الخزين تحت الصنع (WIP) بين مراحل الانتاج ، إضافة الى تخفيض المخزونات الاخرى ، وتخفيض معدل متطلبات راس المال العامل .

4- تحسين إنتاجية العامل Labor Productivity

يتم تحسين إنتاجية العامل من خلال العمل على تقليل فترات توقفات العاملين عن العمل ، وضبط وقت اشتغال العاملين . بمعنى هل أنهم يستخدمون كل جهدهم لزيادة الإنتاجية قدر الامكان ؟ ، فضلاً عن التأكد من عدم وجود أي عمل يحوي على مهام أو حركات غير ضرورية اوغير مستغل من خلال دراسة الوقت والحركة (Time & Motion study) .

5-الانتفاع الكامل من المعدات ومن حيز العملUtilization of Equipment & Space

إن الاستخدام الكفوء للمعدات واستغلال حيز العمل ، يتم من خلال ازالة الاختناقات ، وتعظيم معدل الإنتاجية للمعدات الحالية، وتقليل توقفات المكائن .

6-تأكيد المرونة Flexibility

وتعني امتلاك القابلية على انتاج تشكيلة من المنتجات بمرونة عالية ، مع العمل على تقليل وقت التغيير أو الإبدال(Changeover) وتقليل الكلف الناتجة عنه .

7-تعظيم المخرجات

طالما أن أوقات دورة الانتاج تكون مخّفضة ، وبعبارة أخرى كلما كان عدد دورات الانتاج متزايد ، فان ذلك يسهم في زيادة إنتاجية العمل وفي القدرة على ازالة كل من الاختناقات وتوقفات الماكنة ، وعموماً فان المنظمات يكون باستطاعتها ان تزيد من مخرجاتها بشكلٍ ملحوظ عبر استخدام تسهيلاتها المتاحة نفسها .

ثالثاً /مزايا تطبيق التصنيع الرشيق

إن الوضع التنافسي ينمو بشكل متزايد في عالم اليوم ، وان العديد من المنظمات الصناعية تبحث عن آخر ما توصلت إليه التطورات في مجال الانظمة الصناعية حتى تستطيع التغلب على منافسيها ، لذلك فان العديد من المنظمات تفضل الانتقال نحو التصنيع الرشيق على الرغم من ان تطبيق النظام يعد عملية صعبة ويتطلب جهداً وتصميماً ، الا ان المردودات المتحققة من جراء التحوّل يجعلها تستحق الجهد للتغيير.

ويمكننا ان نستعرض الفوائد المتحققة من جراء التطبيق الناجح لمبادئ التصنيع الرشيق من قبل قسم من المنظمات وكما مبين في الجدول التالي:

الجدول (2) المزايا التي أدركتها المنظمات الرشيقة

المزايا المتحققة	النسبة المحددة
تقليل الهدر بشكل عام	80 % ـ 90 %
تخفيض الخزين	50 % ـ 80 %
تقليل وقت انتظار الانتاج الى	اقل من (يوم واحد)
تحسين الجودة بنسبة عالية باستخدام الـ(6 Sigma)	(3عيب) لكل (مليون فرصة)
تطوير المنتج الجديد بمدة	اقل من ستة (6) اشهر
تقليل جهود العمل المباشر وجهود العمل غير المباشر	10% أو أكثر ، 60% أو أكثر على التوالي
كلفة التغيير اقل من التقليدي بنسبة	25% ـ 40%
تخفيض الوقت المستغرق في الانتاج	50 % على الاقل (قد تصل الى من 90%)
زيادة الإنتاجية	30%على الاقل (أكثر من 100% في بعض الحالات)
توفير المساحة الأرضية	30 % - 50% فأكثر
زيادة تنوع المنتج	24%
زيادة الحصة السوقية	61%
تقليل وقت انتظار الزبون	63 %

رابعاً / مراحل تطبيق التصنيع الرشيق

إن عملية تحوّل المنظمة الى التصنيع الرشيق تستلزم عاملين مهمين ، الأول هو التصميم للتغيير نحو الأفضل ، وهذا يحصل إما بسبب مشاكل تواجه المنظمة أو بسبب الدافع المستمر لتحسين ثقافة المنظمة باستمرار ، و الثاني مسألة الوقت اللازم لتحوّل المنظمة الى التصنيع الرشيق ،وهناك خمس مراحل لتطبيق نظام التصنيع الرشيق في المنظمة وكما يلي:

1- **دعم الإدارة العليا:**

ان الدعم والالتزام الكامل الذي يبديه المسؤولون في الإدارة العليا يعد أمراً ضرورياً لأي مشروع يعتمد عملية التحسين ، فالمشاكل التى تظهر في الغالب خلال تطبيق الانظمة الرشيقة ، من غير الممكن معالجتها مالم يكون هناك التزام كامل للإدارة العليا بالتطبيق الناجح للتصنيع الرشيق .

2- **البدء بالتطبيق التدريجي للنظام :**

قد تبدء بعض المنظمات في التصنيع الرشيق بشكل جزئي ، وتدريجياً ستنتقل باتجاه التطبيق الكامل للنظام. ففي عام (2004) أجرت مجلة أسبوع الصناعة (Industry Week) مسحاً لمنظمات التصنيع في الولايات المتحدة ، فوجدت ان من بين المنظمات التي بدأت بتنفيذ برامج التصنيع الرشيق ،(1 ،39%) منها طبقت بعض جوانب النظام و(55%) طبقت معظم جوانب النظام و(9، 5%) فقط طبقت التصنيع الرشيق بشكل كامل ، وهناك بعض الخطوات الأولية البسيطة التي تنّفذ في هذا الصدد ومنها :

- ❖ قياس ومراقبة سعة وإنتاجية المكائن.
- ❖ تحديد إجراءات الانتاج بشكل واضح.
- ❖ تطبيق نظام الـ(S5) للاعتناء بالعملية الإنتاجية .
- ❖ جعل الترتيب الداخلي أكثر انسيابيةً .

3- **التطبيق على جزء من العمليات:**

عادةً ما توصى المنظمات بان تحاول تطبيق النظام على جزء صغير من عملياتها بوصفها حالة اختبار قبل التطبيق على عملياتها بالكامل ، وخاصةً في حالة التحول من النظام المستند على الدفع (push-based) الى النظام المستند على السحب(pull-based)، حتى لا يكون التطبيق مشتتاً (disruption). وعلى سبيل المثال عندما يتم تطبيق حالة الاختبار على خط إنتاجي واحد أو على سلسلة من العمليات الصغيرة ، فانه سيساعد على تقليل التشتت أو العرقلة ، فضلاً عن تثقيف كادر العمل بمبادئ الترشيق وإقناع الآخرين بفوائد الترشيق في العمليات .

4- **الاستعانة بخبير:**

تُوصِي معظم المنظمات المطبقة للنظام، انه يكون من الأفضل الاستعانة بخدمات خبير في التصنيع الرشيق لمساعدة المنظمة في تطبيق نظم التصنيع الرشيق وبالتحديد في حالة التحوّل من نظام الانتاج المعتمد على الدفع الى نظام الانتاج المعتمد على السحب ، حيث من المحتمل أن يحصل عرقلة في النظام ، لذلك يكون من الأفضل الاستعانة بشخص لديه خبرة كافية في هذا المجال ليكون دليلا على هذا التطبيق .

5- **تطوير خطة التطبيق :**

وأخيرا يتوجب على المنظمة تطوير خطة تطبيق واضحة ومفصّلة قبل البدء بالانتقال الى التصنيع الرشيق ، لذا تُنصح المنظمة بعمل قائمة تحتوي على كل المسائل الواجب تغطيتها ضمن خطة التطبيق مثل تقدير العمليات ، انتقاء أفضل للفرص ، تحليل التدفق ، إعادة تصميم العمليات ، وتطوير القياس والمراقبة .

خامساً /مبادئ تطبيق التصنيع الرشيق

طبّقت العديد من المنظمات في العالم مبادئ التصنيع الرشيق ، وقد تفاجأت هذه المنظمات بالنتائج المذهلة التي حققتها جراء تطبيقها الصحيح لهذه المبادئ . إن مبدأ العمليات الرشيقة سهل الفهم نسبياً ، فهو يعني السعي المستمر لإزالة كل أشكال الهدر من اجل تطوير عملية تكون أسرع ، ويمكن الاعتماد عليها بشكل اكبر، وتنتج منتجات ذات جودة عالية ، بالإضافة الى كل ذلك فهي تعمل بتكاليف اقل .

إن مبادئ التفكير الرشيق (Lean Thinking) تعد دليلاً لعمل الأشياء الصحيحة في المكان الصحيح ، وفي الوقت الملائم ، وبالكمية المناسبة، وفي هذا الصدد حدد (James Womack) خمسة مبادئ للتفكير الرشيق في التصنيع، وأكّد انه اذا ما طبق المدراء هذه المبادئ بشكل إجمالي فأنهم سيجنون فوائد كثيرة من خلال التقنيات الرشيقة (Lean Techniques) ومن ثمّ فان ذلك سيطور من الميزة التنافسية، وهذه المبادئ هي:

أ- التحديد الدقيق للقيمة من خلال منتج محدد.

ب- التعرف على مجرى القيمة (Value Stream) لكل منتج. ويقصد به تمييز ما هو ضروري عن ما هو غير ضروري عبر مراحل صناعة المنتج.

ت- جعل القيمة متدفقة بدون توقف.

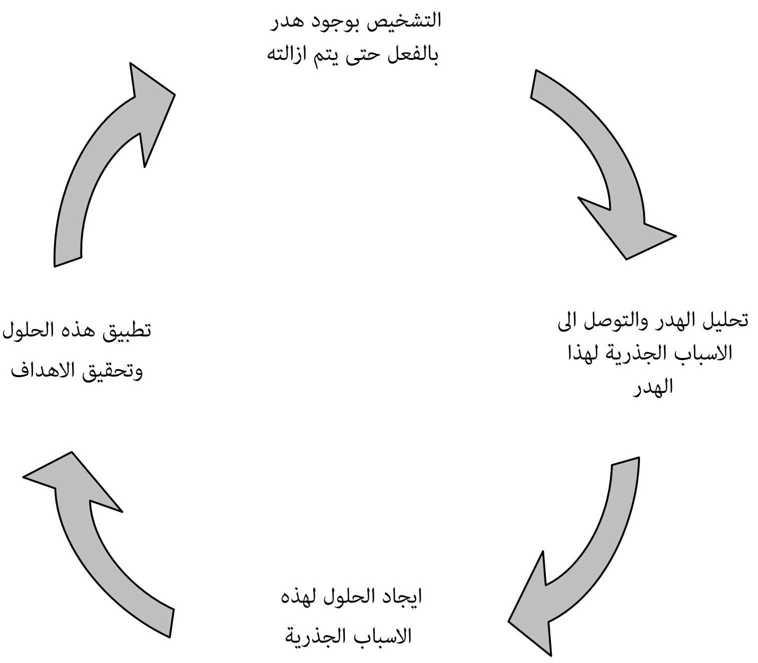
ث- جعل الزبون يضيف قيمة الى المنتج.

ج- تتبع المثالية والشفافية .

الا انه يمكن تحديد المبادئ الرئيسية للتصنيع الرشيق في الآتي:

1- **تمييز الهدر Recognition of Waste**

إن أول خطوة يتوجب فعلها هي ان نفرز أو نميّز مالذي يكوّن قيمة وما الذي لا يكوّن قيمة من منظور الزبون. لذلك فان أي مادة أو عملية أو خاصية تكون غير مطلوبة لتكوين القيمة بالنسبة للزبون ، فهي تمثل هدراً ويتوجب إزالته . فمثلاً انتقال المواد بين محطات العمل الفرعية يشكل هدراً لأنه من الممكن إزالته ، بمعنى ازالة أي شيء يمكن الاستغناء عنه ولا يؤثر في قيمة المنتج النهائي . وان عملية معالجة الهدر تمثل حلقة تدور مراراً وتكراراً بدون توقف ، حيث تبدأ بتمييز الهدر أو الضائعات ، مروراً بتحليلها ، والتوصل الى الأسباب الجذرية لها ، ومن ثم إيجاد الحلول لهذه الأسباب ، وأخيراً تطبيق هذه الحلول لتحقيق الاهداف . اذ ان هذه الحلقة لا تنتهي وعن طريقها سيتم ازالة الهدر بشكل مستمر مادام ان هناك هدراً في النظام ، لذلك سيكون هناك أرباح في الإنتاجية الكلية في كل يوم ، والشكل(3) يوضح ذلك .



الشكل (3)

حلقة التوصّل الى حل المشاكل

2- **العمليات القياسية :Standard Processes**

يتطلب التصنيع الرشيق تطبيق العمل القياسي أو المعياري (Standard Work) وهو تنفيذ إرشادات الانتاج بكل تفصيلاتها ، والذي يبين حالة محتوى العمل ، التتابع ، والتوقيت وحصيلة كل الأفعال التي يؤديها العاملون ، لذا فان تطبيق هذا المبدأ سيساعد على ازالة التباين أو الاختلاف في الطريقة التي يؤدي بها العامين واجباتهم .

3- **التدفق المستمر :Continuous Flow**

يهدف التصنيع الرشيق عادة إلى تطبيق تدفق انتاج مستمر خالٍ من الاختناقات، التوقفات، الانعطافات، والتدفق العكسي أو الانتظار، وعندما يتم تطبيق ذلك بنجاح فانه يكون بالأمكان تخفيض وقت دورة الانتاج بمقدار(90 %).

4- **الانتاج بالسحب : Pull – Production**

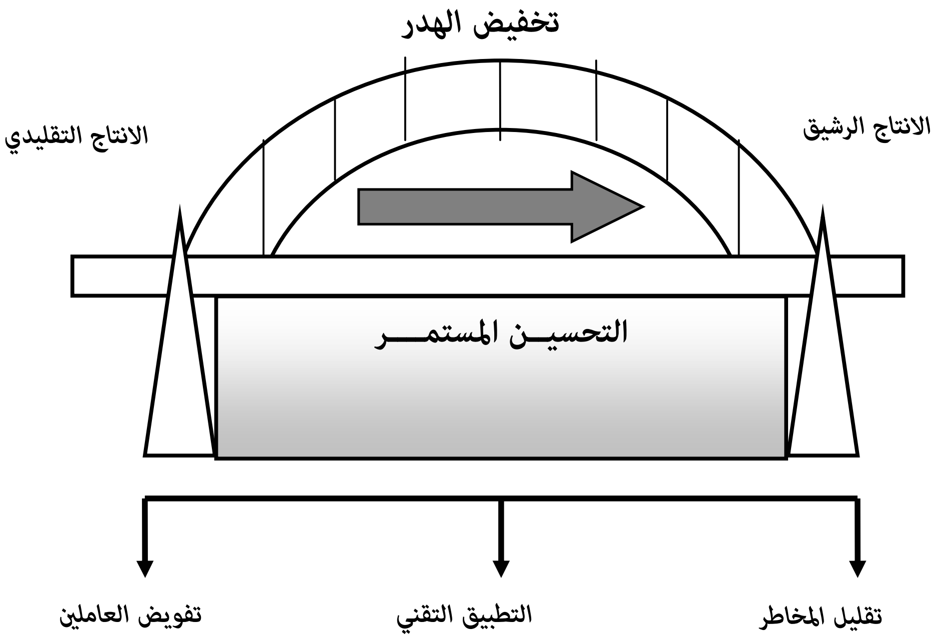
ويطلق عليه أيضاً الانتاج في الوقت المحدد (Just-In-Time)، اذ يهدف انتاج السحب الى صنع ما هو مطلوب تحديداً وفي الوقت المطلوب . فالإنتاج يكون مسحوباً عبر محطة العمل الأخيرة ، لذا يتوجب على كل محطة عمل فرعية ان تصنع تحديداً ما تتطلبه محطة العمل التي تليها .

5- **الجودة عند المصدر : Quality at the Source**

يؤكد التصنيع الرشيق ازالة العيوب من المصدر ، وان يتم فحص الجودة من قبل العاملين بوصفه جزءاً من عمليات الخط الإنتاجي .

6- **التحسين المستمر : Continuous Improvement**

يتطلب التصنيع الرشيق جهوداً مكثفة للتقرب من المثالية عن طريق ازالة طبقات الهدر المكتشفة باستمرارية ، وهذا لا يتحقق الا من خلال مستوى عالٍ من مشاركة العاملين في عملية التحسين المستمر الذي يعد بدوره مرتكزا مهماً من مرتكزات التصنيع الرشيق، اذ يمثل القاعدة الرئيسية للانتقال الى التصنيع الرشيق وكما موضح في الشكل الاتي:



الشكل (4)

الانتقال الى التصنيع الرشيق

سادساً/ أنواع الهدر في التصنيع الرشيق

إن من أهم القضايا التي تركز عليها فلسفة التصنيع الرشيق هي القضاء على كل أشكال الهدر أو الضائعات في المنظمة الصناعية ، من خلال العمل على ازالتها أو تقليلها اذا كانت غير قابلة للتفادي ، وذلك باستخدام أدوات التصنيع الرشيق والتي سيتم ذكرها لاحقاً.

ووفقاً لمفهوم التصنيع الرشيق فان الهدر(Waste) يعرف بانه (أية عملية أو أي تكاليف لاتضيف قيمة الى المنتج النهائي)، اذ ان الزبون ينظر الى القيمة من خلال المنتج النهائي وهو لا يبالي بطبيعة التكاليف الاخرى الناجمة عن العملية الإنتاجية ، مثل تكاليف الصيانة والتكاليف المترتبة عن المخزونات الضخمة وأي تكاليف أخرى لا تعطي قيمة للمنتج النهائي فهي هدر ، وتتسم مصادر الهدر بكونها ذات طبيعة متداخلة

فالتخلص من احد مصادر الهدر يقود الى ازالة أو تخفيض المصادر الاخرى، وكما هو موضح في الشكل (5) ، وقد حدد بعض الباحثين أنواع الهدر في التصنيع في الآتي:

1- الهدر جراء العيوب في المنتجات : Waste of Production Defects

إن هذا النوع من الهدر يحدث جراء حدوث حالات غير مطابقة للمواصفات المحددة مسبقاً في المنتجات ، ويتم الوقوف على هذا النوع من الهدر عن طريق عملية التفتيش والفحص التي تجري على المنتج لمعرفة مستوى جودته . والكلف الناتجة عن هذا الهدر تتمثل في(الوقت المستغرق لإجراء عملية التفتيش، الوقت المستغرق لإجراء عملية التعديل للمنتجات المعيبة ، والخسارة الأكثر أهمية بسبب التلف الناتج عن عدم تقبل الزبون للمنتج ، وعدم الاهتمام بمستقبل المنظمة تحقيقاً لإرضاء الزبون)، ويتم ازالة هذا النوع من الهدر من خلال تحسين عمليات الانتاج ، اذ ان جودة المنتج تتأتى من جودة العمليات ، وتعد تصنيع الاجزاء الخالية من الأخطاء منذ البدء أفضل طريقة للقضاء على العيوب والتالف.

2- الهدر نتيجة النقل: Waste in Transportation

يعد نقل المواد عملية مكلفة وفيها هدر للوقت ، وبتطبيق نظام الوقت المحدد(JIT)، تكون هناك فرص متاحة لتسليم المواد الاولية بصورة مباشرة الى مواقع العمل ، وهذا أفضل من تخزينها في أي مكان ومن ثم نقلها في الفترة اللاحقة ، وللعمل على ازالة أو تقليل الهدر في وقت النقل داخل عملية التصنيع فانه يتم الاستفادة من أسلوب الترتيب الخلوي(Cellular) لضمان التدفق المستمر للإنتاج ، اذ يساعد هذا الترتيب على إلغاء النقل والمناولة غير الضرورية ، بعدئذٍ يعمل على تحسين طرق وأساليب النقل والمناولة التي لايمكن ازالتها .

3- الهدر جراء الخزين : Waste from Inventory

قد يكون الخزين مصدر الهدر الأكثر أهمية لأنه لا يضيف قيمة للمنتج النهائي ، كما انه يساعد على إخفاء مشاكل الانتاج ومنعها من الظهور ، فعند إزالته أو تقليله سوف تبدأ المشاكل بالظهور ليتم تشخيص أسبابها ثم معالجتها. ويشمل ذلك الخزين تحت الصنع (WIP) وخزين السلع التامة الصنع ، ان الخزين الفائض يتكون نتيجة لزيادة

الانتاج أو نتيجة للحجم الكبير للدفعة الإنتاجية ، وهذا يسبب زيادات في كل من (المناولـة ، الكلـف ، العاملين ، العمل ألورقي) .

وهناك عدة طرق لتقليل كميات الخزين منهـا: تخفـيض حجـوم دفعـات الانتـاج مـن خـلال حساب الكمية الاقتصادية للطلب (EOQ)، وتخفيض وقت الأعـداد والتهيئـة للمكـائن، وتقلـيص مـدة التجهيز عن طريق تزامن تدفقات الانتاج ، وتحسين مهارات العاملين، وتقليل التذبذبات بالطلب، كـما ان التخلص من المصادر الاخرى لـلـهدر يؤدي أيضاً الى خفض مستوى الخزين.

4- الهدر الناتج عن الزيادة (الإفراط) في الإنتاج Waste from Over Production

وهو احد أنواع الهدر الذي يترتب عليه كلف صعبة التقدير خاصةً فيما يخص المنتجات التـي لا تتلف بالخزن ، بينما المنتجات التي تتلف بالخزن فان الاحتفاظ بها يعـد خـسارة متمثلـة باسـتهلاك مواد أولية إضافية ، وكلف إضافية في نقل المواد، ومساحة إضافية في الخزن ، ويتم إزالة هذا النوع من الهدر من خلال تصنيع الكمية المحددة التي يطلبها الزبائن وفي الوقت المحدد ، بالإضـافة الى دراسـات الجدوى وغيرها.

5- الهدر جراء أوقات الانتظار : Waste of Waiting Time

إن زيادة طول صف الانتظار (انتظار المواد تحت الصنع في المكان لإتمـام التجميـع) يـؤدي إلى زيادة وقت الانتظار وزيادة المساحة المصنعية وزيادة كلفة المناولة وكلف التلف والضائع . وتتم إزالـة هذا الهدر من خلال تزامن العمل ، وتوازن التحميـل وذلـك بـالاعتماد عـلى العـاملين الـذين يتـصفون بالمرونة والمعدات ذات المرونة العالية . ان تخفيض وقت الانتظار أو إزالته بين المراحل يعد من النتائج الواضحة لنظام الوقت المحدد (JIT) وينعكس ذلك في تقليل الوقت والجهد والضائعات .

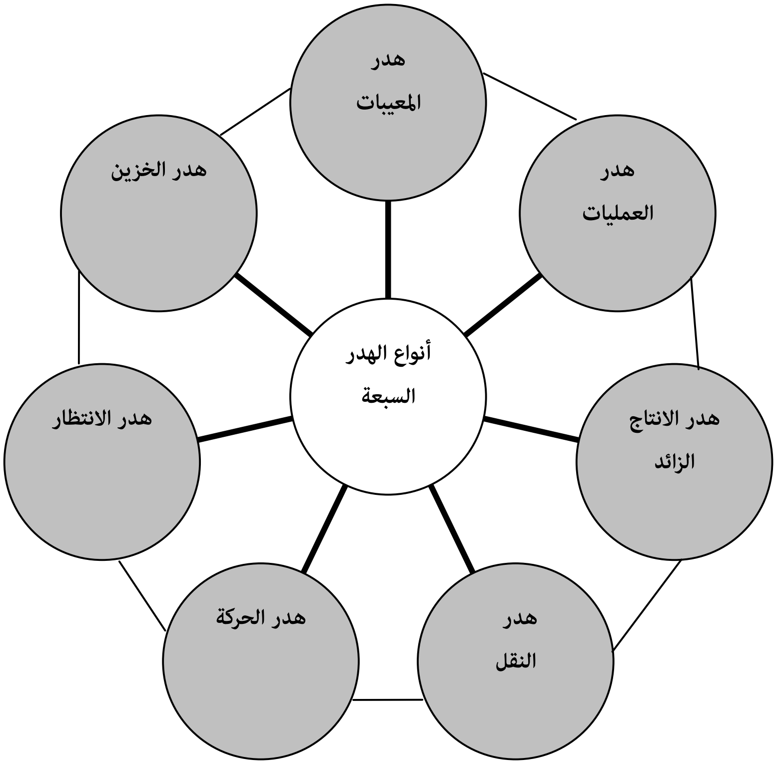
6- الهدر اثناء العمليات Waste in Processing

ينجم هذا الهدر اثناء عملية الانتاج لأسباب عديدة قد تكـون ناتجـة عـن أخطـاء في طريقة الانتاج . ويفترض تقليل الهدر والخسارة اثناء المراحل الإنتاجيـة قـدر المـستطاع عـن طريق تحسين العملية الإنتاجية من خلال ازالة أية خطـوة يمكـن إلغاؤهـا أو التوقـف عـن

انتاج أي جزء غير ضروري والعمل على توسيع التفكير الإنتاجي الى مابعد اقتصاديات الحجم والسرعة .

7- الهدر الناتج عن الحركة Waste From Motion

يتوجب أن تكون الحركة مصممة بشكلٍ كفوء ، ومواقع العمل مصممة بشكل جيد لان التوقف لانتظار الادوات هو هدر بحد ذاته، لذا يتوجب ان تكون بيئة العمل مرتبة بشكل صحيح حتى يؤدي ذلك الى منع الهدر وتبديده ، ويتم ازالة هذا الهدر من خلال إجراء دراسات الحركة (Motion Study) لتحقيق الاقتصاد والاتساق في الحركة من اجل تحسين الجودة والإنتاجية .



الشكل (5)

أنواع الهدر

سابعاً/مرتكزات تطبيق التصنيع الرشيق

تعددت مسميات مرتكزات التصنيع الرشيق تبعا لاختلاف اراء الكتاب والباحثين في هذا المجال ، فمنهم من يطلق عليها ادوات ومنهم من يسميها تقنيات ، وهناك من يطلق عليها عناصر واخر يطلق عليها مرتكزات وسيتم اعتماد الاخير لانها تمثل الركائز الاساسية التي يبنى عليها التصنيع الرشيق ، ومهما تعددت هذه المرتكزات فان الغرض منها هو ازالة كافة اشكال الهدر في المصنع، وهذه المرتكزات حسب ما اوردها (النعمة، 2006) هي:

1. تنظيم موقع العمل (5S)
2. التصنيع الخلوي (Cells)
3. الصيانة المنتجة الشاملة(TPM)
4. الإعداد السريع (SMED)
5. الإدارة المرئية (Visual)
6. التحسين المستمر (Kaizen)

وفيما يلي شرح مفصل لكل مرتكز :

1. تنظيم موقع العمل (الخطوات الخمسة) (S5) :

تعرف بأنها الأسلوب الذي يؤدي الى تنظيم وترتيب مكان العمل بشكل جيد ويعمل على توفير بيئة عمل يكون فيها المكان الصحيح لكل شيء وكل شيء في مكانه الصحيح عند الحاجة إليه ، لذا فهي تعنى بإدارة الممتلكات وتأمين التجهيزات والخدمات بشكل جيد وتحسين أوضاع موقع العمل بشكل أفضل .

ان المفهوم الأساسي من وراء الـ(5S) هو البحث عن الهدر ومن ثم محاولة إزالته، والهدر إما ان يكون بشكل تالف، مواد أولية فائضة، مواد غير مطلوبة، أدوات قديمة أو موجودات ملغية، والـ (5S) تعني الحروف الأولى من خمس كلمات يابانية، وكما مبين في الجدول الآتي :

الجدول (3) الخطوات الخمسة للتحسين

العربية	الإنكليزية	اليابانية
التنظيم	Organization	Seirri
الترتيب	Tidiness	Seiton
التنظيف	Cleanliness	Seiso
الصيانة	Maintenance	Seiketsu
الانضباط	Discipline	Shitsuke

وفيما يأتي توضيح لكل خطوة من خطوات ال (S5) :

- التنظيم : وتعني فصل الحاجات غير الضرورية عن الحاجات الضرورية ، أي جعل الأشياء التي تلزم بشكل متكرر متاحة تحت الطلب وبالأمكان إيجادها بسهولة ، في حين تُستبعد الأشياء التي في الغالب ما تكون قليلة الاستخدام ، وهذا سيجعل من تدفق المواد وحركة العاملين تجريان بسهولة ويسر.

- الترتيب : وتعني وضع الأشياء في أماكنها الصحيحة . أي ترتيب الأشياء الضرورية بصورة نظامية من اجل الحصول عليها بسهولة وبأقصى سرعة ممكنة ، أي جعلها في متناول اليد . فالغاية هو توفير الوقت وتقليل مجموعة الحركات اللازمة التي يؤديها العاملون ، ويساعد هذا الأسلوب المستخدم على إلادراك فوراً أيّ الادوات تكون مفقودة . فالغاية باختصار هي سهولة الاستخراج وسهولة الاستخدام وسهولة العودة للمكان نفسه .

- النظافة : وتعني المحافظة على إبقاء المكائن وأماكن العمل بحالة نظيفة ، لغرض توفير بيئة عمل ملائمة تساعد على تحسين جودة الاداء وزيادة الإحساس بالأمان وتجنب مشاكل الصيانة(المشاكل المتعلقة بعدم الاهتمام بالنظافة) ، ففي بعض الصناعات يعد الغبار المحمول سبب من أسباب رداءة شكل المنتج أو فساد لونه .

- الصيانة : وتعني التأكد من بقاء المكائن والمعدات في حالة عمل جيدة ، وذلك لتجنب حدوث العطلات المتكررة في المكائن وتقليلها الى أقصى حد ممكن. أي محاولة

الوصول الى العطلات الصفرية لمنع توقف العملية الإنتاجية، وخاصة في الانتاج المتزامن في أنظمة الانتاج في الوقت المحدد (JIT) ، لان توقف ماكنة واحدة عن العمل يعني توقف الخط الإنتاجي بالكامل .

- الانضباط : ويعني جعل جميع الخطوات السابقة سلوكاً طبيعياً من السلوك البشري في المنظمة . ويتم ذلك عن طريق تثقيف العاملين بخطوات الـ(S5) وتدريبهم عليها ، لضمان جعلها جزءً من ثقافة المنظمة . وقد يتم تخصيص كادر يكون مسؤول ومشرف على انضباط (التزام) العاملين بثقافة الـ(S5).

2. التصنيع الخلوي Cellular Manufacturing:

يمثل التصنيع الخلوي أو الترتيب الخلوي قلب نظام التصنيع الرشيق ويعد احد الأركان الأساسية اللازمة للانتقال الى المشروع الرشيق (Lean Enterprise).

ان خلايا التصنيع (Cell) والمستندة على مفاهيم تقنية المجاميع(GT)(وتعني تجميع العمليات المتشابهة في بعض خصائص التصميم أو الانتاج بعوائل، وكل عائلة تشترك بخاصية معينة أو أكثر وتجميع المكائن تبعاً لتلك المجاميع ، وكل عائلة تختص بإنتاج عائلة منها)، فأنها تساعد على رفع مستوى الكفاءة من خلال تحسين انسيابية الاجزاء وتقليل مناولتها وتحسين مستوى استغلال المكائن .

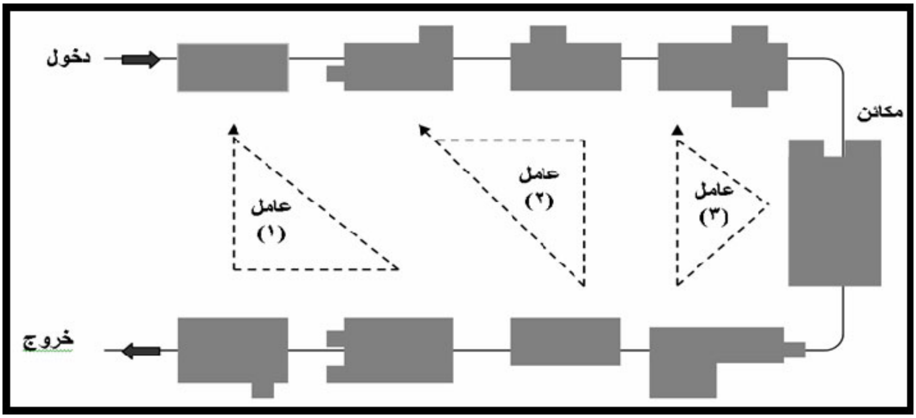
من خلال ترتيب الانتاج خلوياً ، تنظم الأجهزة ومحطات العمل الفرعية على شكل خلايا كثيرة العدد ومرتبطة مع بعضها البعض ، ومن الممكن ان تحصل معظم مراحل الانتاج أو جميع مراحل الانتاج داخل خلية واحدة أو سلسلة من الخلايا ، فضلاً عن أن الترتيب الخلوي يتصف بالخصائص الآتية :

- التدفق المستمر: هناك تدفق انسيابي للمواد والمكونات عبر الخلية وبدون وجود وقت انتظار أو تنّقل بين مراحل الانتاج .

- التدفق لقطعة واحدة: يستفيد التصنيع الخلوي من خاصّية التدفق لقطعة واحدة ، أي ينتقل منتج واحد عبر عملية التصنيع في كل مرة .

- العاملون المتعددو الأغراض أو المهارات : يوجد عامل واحد أو بضعة عاملين في كل خلية وبخلاف المعالجة بالدفعة حيث يكون العاملون مسؤولين عن عملية واحدة ، ففي خلية التصنيع يكون عاملو الخلية مسؤولين عن معالجة مختلف العمليات داخل الخلية . لذلك فانه يتم تدريب العاملين على معالجة مجمل العمليات الموجودة ضمن الخلية .

- الشكل حرف (U) : تكون الخلايا عادةً على شكل حرف (U) ، حيث ينتقل المنتج من احدى نهائيات الحرف(U) الى النهاية الاخرى ، في حين يقوم العاملون بمعالجته وكما مبين في الشكل التالي . والغرض من هذا هو لتقليل مسافة التنّقل وتقليل حركة المواد ضمن الخلية.



خلايا الانتاج مع سير العمل

اتجاه المنتج ←

اتجاه العامل ----←

وهناك مزايا يحققها التصنيع الخلوي تتضمن الآتي :

* يساعد هذا الأسلوب على ازالة مصادر الهدر وأهمها تجنب الإفراط في استخدام الطاقة البشرية من خلال تخصيص مجموعة صغيرة من العاملين داخل كل خلية من خلايا التصنيع .

* تخفيض الخزين وخصوصا الخزين تحت التشغيل من خلال زيادة سرعة التهيئة والإعداد التي توفر تدفقاً متوازناً من ماكنة الى أخرى .

* تقليل المساحة المطلوبة ، أي الاستفادة من المكان بشكل أفضل .

* تقليل معالجة ونقل المواد وتقليل كلفة العمل المباشر لتحسين تدفق المواد والجدولة .

* تقليل أوقات الانتظار الـ (Lead Time) .

* تعزيز فرق العمل والاتصال من خلال رفع مستوى الإحساس بالمشاركة لدى العاملين في المنظمة .

* تحسين المرونة والوضوح وإمكانية تحديد أسباب مشاكل وعيوب الماكنة بسهولة

* تقليل الاستثمار في المكائن والمعدات من خلال اختصار عدد المكائن والمعدات والأدوات.

* تحسين الإنتاجية .

3. الصيانة المنتجة الشاملة :Total Productive Maintenance (TPM)

تحرّكت العديد من المنظمات لتبنّي مفاهيم إدارة الجودة الشاملة (TQM) والصيانة المنتجة الشاملة (TPM) والتي تُسمّى أيضاً بالصيانة الوقائية الشاملة . والصيانة المنتجة الشاملة هي أساليب تنّفذ لضمان ان تكون كل ماكنة داخلة في عملية الانتاج ، قادرة على أداء المهمة المطلوبة منها وعلى الدوام .

إن توقف الماكنة يشكل أحد أهم القضايا التي تقع على عاتق الأفراد العاملين على خط الانتاج بالإضافةً الى موثوقية المكائن نفسها على خط الانتاج ، لان توقف احد المكائن يمكن ان يتسبب بتوقف الخط الإنتاجي بالكامل . لذلك جاءت الصيانة الوقائية الشاملة بوصفها أداة رئيسية لتفسير توقفات المكائن المفاجئة .

وللتخلص من مشكلة توقفات الماكنة ، هناك إجراءات عديدة متعلّقة بصيانة المكائن والمعدات تعمل على ازالة التوقفات في المكائن ، ومن هذه الإجراءات ما يأتي:

أ- إجراءات التنظيف والتفتيش ، أي تنفيذ إجراءات الصيانة الوقائية الدورية .

ب- إجراءات في حالة حدوث العطل ، بالرغم من ان العطل شيء طبيعي في الماكنة فلابد من اتخاذ الإجراءات اللازمة لتصليح ذلك العطل بأسرع ما يمكن .

ت- إجراءات العمل المستمر ، والعاملون لهم دور أساسي وفاعل في الصيانة الوقائية وذلك لتشخيص الخلل في عمل المكائن وتصليحها .

ث- إجراءات الصيانة الأساسية ، حيث يتم مراقبة المكائن من قبل المشغلين فضلاً عن استخدام معدات التشخيص مثل الأجهزة والمقاييس فوق الصوتية لمراقبة الماكنة ومتابعة جودة الاجزاء المصنّعة.

4. الإعداد / التغيير السريع Rapid Setup Quick Changeover:

يعد مفهوم أو فكرة استبدال القالب بدقائق أحادية(عمليات التهيئة والإعداد الأحادية) Single Minute Exchange of Die والذي يرمز له اختصاراً بـ(SMED)، من العناصر الرئيسية لنجاح نظام انتاج شركة تويوتا (Toyota).

اذ ان الغرض الأساسي من وراء تطبيق الـ(SMED) هو تقليل وقت إعداد الماكنة (Setup)، لذا فهو مرتكز رئيسي آخر لنظام التصنيع الرشيق ، لان التصنيع الرشيق يهدف لتقليل التوقفات غير الضرورية التي تحصل إما بسبب إعداد وتهيئة الماكنة أو بسبب التغيير في نموذج المنتج ، نظراً لكون توقف الماكنة يشكل مصدر هام من الهدر والضائع.

ويعرف التغيير في المنتج على انه الزمن اللازم للتغيير من صناعة احد المنتوجات الى منتج آخر.

وعادةً ما يدرّب العاملون للقيام بتهيئة المكائن ، حيث يشكل العاملون أهم عناصر العملية الإنتاجية، ويتم استخدام برامج لتقليل الكلفة والوقت اللازم للإعداد للوصول الى النتائج المرجوة .

ان الفكرة التي تقع وراء تقنية أو مفهوم الـ(SMED) هـي ان هنـاك نـوعين مـن الاعـدادات هما:

أولاً : الإعداد الداخلي(IED):هي الاجراءات التي لايمكن إنجازها حتى يتم إيقاف الماكنة .

ثانياً : الإعداد الخارجي(OED): هذه الاجراءات يمكن تنفيذها اثناء اشتغال الماكنة .

فالفكرة هي ان يتم تحويل العمل الداخلي الى العمل الخارجي بأقصى ما يمكـن عنـد توقـف الماكنة لفترة قصيرة . وهناك مجموعة خطوات لتقليل وقت التهيئة والإعداد وكالاتي:

- فصل عمليات التهيئة والإعداد الداخلية عن عمليات التهيئة الخارجية ، اذ لابد مـن إجـراء عمليات التهيئة والإعداد الداخلية وقت توقف الماكنة، أي بعـد إنهـاء الماكنـة للعمليـة الـسابقة، أمـا عملية التهيئة والإعداد الخارجية من جهة أخرى فيمكن إنجازها في اثناء اشتغال الماكنة.

- تحويـل عمليـة التهيئـة والإعـداد الداخليـة الى عمليـة التهيئـة الخارجيـة ، وتتطلـب هـذه العملية التحقّق من ظروف التشغيل مثل جمع الادوات والمثبتات والتي تكون قد هُيِّأت مسبقاً.

- زيادة كفاءة جميع نـواحي عمليـة التهيئـة والإعـداد ، وذلـك مـن خـلال تقليـل نـشاطات التهيئة والإعداد الخارجية من خلال تنظيم بيئة العمل بصورة مناسبة ، أما بالنسبة لنشاطات التهيئـة والإعداد الداخلية فيمكن تقليلها من خلال تبسيط أو استبعاد التعديلات .

- إنجاز نـشاطات التهيئـة والإعـداد بـصورة متوازيـة ، وان إضـافة عامـل آخـر الى فريـق التهيئـة والإعـداد يمكـن ان يـؤدي الى تقليـل التهيئـة والإعـداد بـصورة كبـيرة فـضلاً عـن توحيـد المكونات والأجزاء والمواد الاولية ، وكل هذا يؤدي الى تقليل متطلبـات التهيئـة والإعـداد ويـؤدي أحيانا الى استبعادها .

5. **الإدارة المرئيةVisual Management :**

تُمكِّن الإدارة المرئية العاملين من ان يكونوا على إطّلاع جيّد حول إجراءات وحالات الانتاج ومعلومات أخرى تهم العاملين، حتى يتمكنوا من أداء وظائفهم بفاعلية عالية ، وكلما كانت العملية واضحة، سهّل على كل العاملين المشاركة في إدارتها وتحسينها، ويصبح اكتشاف المشاكل أكثر سهولة وتصبح المعلومات متيسّرة وسريعة ومرئية.

ان المعروضات المرئية الكبيرة المستخدمة للاتصال بالعاملين على ارض المصنع، تعد وسائل أكثر فاعليةً من التقارير والتعليمات المكتوبة لذلك يكون من الأفضل استخدام هذه التقنية بشكل دائمي داخل المصنع ، فعندما يتعلق الأمر بالتزام محسّن للإنتاجية، فان العرض البصري يساعد العاملين على فهم العملية المعقدة بشكل أفضل ، وبضمنها التعاقب الصحيح للنشاطات، الطريقة الصحيحة لأداء كل إجراء ، العلاقات الداخلية والخارجية بين الأعمال وعوامل أخرى . كما تُعدّ الإشارات المرئية تقنية مهمة لضمان رؤية مشاكل الجودة ، فهي تستخدم عادةً للدلالة على حدوث مشكلة توقف في العملية الإنتاجية. فعلى سبيل المثال، اذا أحسَّ احد العاملين في خط التجميع بمشكلة تتعلق بالجودة ، فانه يكون بأمكانه تنشيط العلامة التي تنير الضوء المسمى آندن(Andon) الذي يوضع في أعلى محطة العمل ، ليتم إيقاف الخط الإنتاجي . وعلى الرغم من ان هذا (التوقف) قد يبدو انه يقلّل من فاعلية الخط ، فالفكرة هي ان فقدان الفاعلية في وقت قصير يكون اقل من خسارات متراكمة ناجمة عن السماح باستمرار العيوب في العملية، فالمشكلات اذا لم يتم معالجتها بشكل فوري فقد لايمكن تصحيحها أبداً . وتتضمن الوسائل المرئية الإشكال التالية :

- المعروضات المرئية (نشرات معلومات): ويقصد بها المخططات، المقاييس (metrics)، الإجراءات، وعمليات التوثيق . وهذه المعروضات تشكل مرجع للمعلومات بالنسبة للعاملين في الانتاج.

- المحددات المرئية (السيطرة المرئية): وهي مؤشرات أو إجراءات تسهم في السيطرة أو التحكّم، موجهة الى عدد من العاملين لمراقبة حالة الإنتاج أو لتتبع الجودة في المنتج وغير ذلك .

- مؤشرات العملية المرئية (مؤشرات دالة) : ويقصد بها المؤشرات التي تبين للعاملين الإجراءات الصحيحة للعمليات الإنتاجية، فمثلاً قد تتضمن استخدام مناطق أرضية ملونة للإشارة الى الخزين الخالي من التلف أو استخدام مؤشرات تبين تدفق المواد الصحيح داخل المصنع وغيرها .

6. التحسين المستمر Continues Improvement :

ان الموضوع الرئيسي للتحسين المستمر هو إنشاء ثقافة التحسين المستمر من خلال تفويض المسؤوليات للعاملين بشكل واسع وتشجيعهم على تحديد فرص التحسين.

ان الكلمة اليابانية للتحسين المستمر هي كايزن (kaizen) وتعني المسعى المستمر نحو التقرب من المثالية اي التلبية الفورية للطلب مع جودة متميزة وبدون هدر .

إن مسألة القضاء على الهدر والضائعات يجب ان تكون غاية مستمرة بدون توقف، لأنه لا توجد هناك نقطة نهاية للتحسين المستمر، باعتبار ان وجود الهدر هو حالة حتمية لابد منها ولكن المسألة تكمن في التساؤل باستمرار الى أي مستوى تمّ الوصول إليه من تقليل نسبة الهدر في المنظمة ؟ " . ولهذا السبب فان مفهوم التحسين المستمر يعد جزءا مهماً من فلسفة الترشيق في العمليات .

لذا فان التصنيع الرشيق يتطلب التزاما بالتحسين المستمر ، ومن الأفضل ان يكون الالتزام بعملية منتظمة لضمان التحسين المستمر والذي من خلاله تبحث المنظمة وبشكل مستمرعن النشاطات غير المضيفة للقيمة وطرق التخلص منها، أي يكون التركيز على تشخيص الأسباب الجذرية للنشاطات غير الضرورية ومن ثم ازالتها من خلال تحسين عمليات الانتاج .

ثامناً / معوقات تطبيق التصنيع الرشيق

هناك العديد من المعوقات التي من المحتمل ظهورها خلال محاولة تطبيق نظام التصنيع الرشيق. وتتمثل هذه المعوقات في الآتي :

1- **المعوقات التنفيذية:Executive issues**

ويتأتى هذا النوع من المعوقات اذا كان المدراء التنفيذيون غير ملتزمين أو لم يكّرسوا التزامهم لأجل إحداث التحوّل الى التصنيع الرشيق ، فضلاً عن نقص المعرفة الكافية بمبادئ التصنيع الرشيق .

2- **المعوقات الثقافية :Cultural issues**

وتحصل هذه المعوقات نتيجة التعامل مع المفاهيم الجديدة ، والمسؤوليات، والإجراءات، حيث ان أكثر الأفراد سيقاومون التغيير وهذه من الطبيعة البشرية، وهذه عادةً ما تتواجد في طريق تغيير ثقافة المنظمات، لذا فالسمات الثقافية يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار حتى تساعدنا في التخطيط والاستعداد للمشكلات المحتملة التي يسببها الأفراد المقاومون للتغيير.

3-**المعوقات الإدارية : Management issues**

وهي ذات صلة وثيقة بالمعوقات التنفيذية ، لأنه من الضروري ان تكرّس الإدارة التزامها بشكل خاص للتحول الى التصنيع الرشيق ، وان تكون لديها المعرفة الكافية بالنظام من اجل إحداث التغيير .

4- **المعوقات التطبيقية : Implementation issues**

وتتأتى من التخطيط غير الجيد، والحلول المتسارعة دون أوليات مستندة الى معرفة كافية بالتصنيع الرشيق، وان لكل منظمة طريقة خاصة بالتخطيط وبعدها تطبق إستراتيجيتها الرشيقة.

5- **المعوقات الفنية : Technical issues**

وتنجم عن سوء الفهم للمبادئ الرشيقة ، فضلاً عن التركيز على بعض أجزاء النظام بدلاً من النظام كلّه ، بالاضافة الى التطبيق غير المستند على النظرية.

إن جميع المعوقات المذكورة أعلاه يتوجب أخذها بعين الاعتبار ، حتى تتمكن المنظمة من مواجهة كل العقبات المحتملة التي تعترض مسار تطبيق نظام التصنيع الرشيق

قائمة المصادر

اولاُ: المصادر باللغة العربية

1- الدباغ، محمد منيب محمود و حسن، صفوان ياسين، (2010)، **متطلبات تطبيق التصنيع الرشيق في الصناعة العراقية**، دراسة استطلاعية في المنظمة العامة لصناعة الادوية والمستلزمات الطبية/ نينوى، مجلة تنمية الرافدين، العدد 97، مجلد 32.

2- السمان، ثائر احمد سعدون، (2012)، **التكامل بين أنظمة إدارة الجودة والتصنيع الرشيق والتصنيع الفعال حوارات فلسفية**، مجلة تنمية الرافدين، العدد (109)، مجلد (34)، جامعة الموصل، العراق.

3- الطائي، بسام منيب علي، و السبعاوي، اسراء وعد الله قاسم، (2012)، **دور مرتكزات التصنيع الرشيق في تحقيق الميزة التنافسية المستدامة، دراسة** تحليلية في المنظمة العامة لصناعة الادوية والمستلزمات الطبية في نينوى، جامعة الموصل العراق.

4- عبد الستار العلي، (2000)، **ادارة الانتاج والعمليات**، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان ، الأردن.

5- محمد، رائد مجيد عبد و المعيني، سعد سلمان عواد، (2012)، **استعمال ادوات المحاسبة الرشيقة في تخفي التكاليف**، مجلة دراسات محاسبية ومالية، المجلد الثامن، العدد (25).

6- النعمة، معتصم هود، (2006)، **دور رأس المال الفكري في امكانية اقامة مرتكزات التصنيع الرشيق**، دراسة في عينة من المنظمات الصناعية في محافظة نينوى، جامعة الموصل، العراق.

ثانياً: المصادر باللغة الانكليزية

1- Acharyaa، Tushar K.، (2011)،**Mterilial Handling and Process Improvement using Lean Manufacturing Principles**، International Journal of Industrial Engineering، Vol. 18 Issue 7.

2- Bhasin S. & Burcher P. (2006) ،**Lean viewed as a philosophy**، Journal of Manufacturing Technology and Management. Vol. 17، No. 1.

3- ClareL. Comm، DennisF.X. Mathaisel،Anexploratory analysis in applying lean manufacturing to a labor-intensive industry in China،Asia Pacific Journal of Marketing and LogisticsVolume 17 Issue 4.

4- James B. Dilworth، (1989)،**Operation Managemen**t، 4th ed.، McGraw- Hill، New York.

5- James B. Dilworth، (1993)،**Applied Production and Operation Management**، 4th ed.، West Publishing Company، United States.

6- Jay Heizer، and Barry Render، (2001)،**Production & Operation Management**، 6th ed.، Prentice- Hill، Inc.، New Jersey، U.S.A.

7- Pingyu A.Yang & Yu B. Yu (2010) - **The barriers to SME s implementation of Lean production & countermeasures**. International journal of innovation، management & technology. Vol.1، No.2.

8- Teleghani Mohammad (2010)،**Key factor for implementing the lean manufacturing system**، Journal of American science. Vol.6، No. 7.

9- Vikas Gupta، Rajesh Kumar Bansal and Vineet Kumar Goel، (2015)، **Lean Manufacturing:** a review،International Journal of Science Technology & Management Volume 3، Issue 2، J، ISSN: 2321-774X.

الفصل السادس

نظام التصنيع الفعال

Agile Manufacturing Sysyem

الفصل السادس

نظام التصنيع الفعال

Agile Manufacturing Sysyem

تمهيد..

أن مصطلح التصنيع الفعال لاقَ استخداماً متزايداً في الصناعة خلال السنوات العديدة الماضية، ان نظام التصنيع الفعال يستجيب للتغيرات السريعة في الأسواق، ويقلل وقت دخول المنتجات إلى الأسواق، وزيادة التعاون الداخلي بين الأقسام الإنتاجية المختلفة، وسلسلة القيمة، ومواجهة مصادر العولمة، والتوزيع، وزيادة قيمة المعلومات، الخدمة، وكل مجالات المنظمة الصناعية الأخرى. ويتم تأمين البنية التحتية للتصنيع الفعّال من خلال توجيه وضبط عمل أجزاء المكائن أو المحركات الإنتاجية وتحديد تنوع واسع لخدمات الإنتاج الفعّالة من خلال الشبكات المحلية، فضلاً عن الإنترنت وتقديم الخدمات المتاحة.

يركز نظام التصنيع الفعّال على الطريقة المخططة للتغيير الدائم، وكان أول ابتكار لمصطلح التصنيع الفعّال في جامعة لاهاي في الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1991 كنتيجة للبرنامج المدعوم من قبل الحكومة للبحث في مستقبل التصنيع في الولايات المتحدة الأمريكية على النطاق العالمي ويصبح التكييف حدثاً منتظماً في التصنيع الفعّال لكي تكون المنظمات قادرة على مواجهة تأثير التغير في معايير الأداء ، وخلال زمن التغيير المشار إليه تستمر الكثير من المنظمات بالتركيز على قدراتها الجوهرية وذلك بتطوير سلسلة واسعة من تطبيقات العمل من هذه المنتجات، ولفلسفة التغيير التي وجدت في نظام التصنيع الفعّال هدفاً نهائياً يتمثل بالتفوق الدائم في الإنجاز في ميدان المنافسة، حتى عندما يكون السوق في حالة تطور دائم، والدعامة الأساسية للتصنيع الفعّال هي فلسفة التغيير المعتمد على المشاركة الجماعية، وتكنولوجيا المعلومات ومفهوم العاملين الأذكياء .

أولاً / الإطار المفاهيمي لنظام التصنيع الفعال

ينظـر إلى التـصنيع الفعـال ابتـداءً كمفهـوم للأعـمال إذ يتـضمن أفكـار عديـدة تتعلـق بالتغييرات الكبـيرة في أسـواق العـالم المعـاصر، باعتبـاره الهيكـل المـادي (أجهـزة ومعـدات) الـذي يـستخدم نتـائج إبـداعات الإنـسان كالبرمجيـات وأسـاليب العمـل المتقدمـة للاسـتجابة الـسريعة للاحتياجات الزبائن.

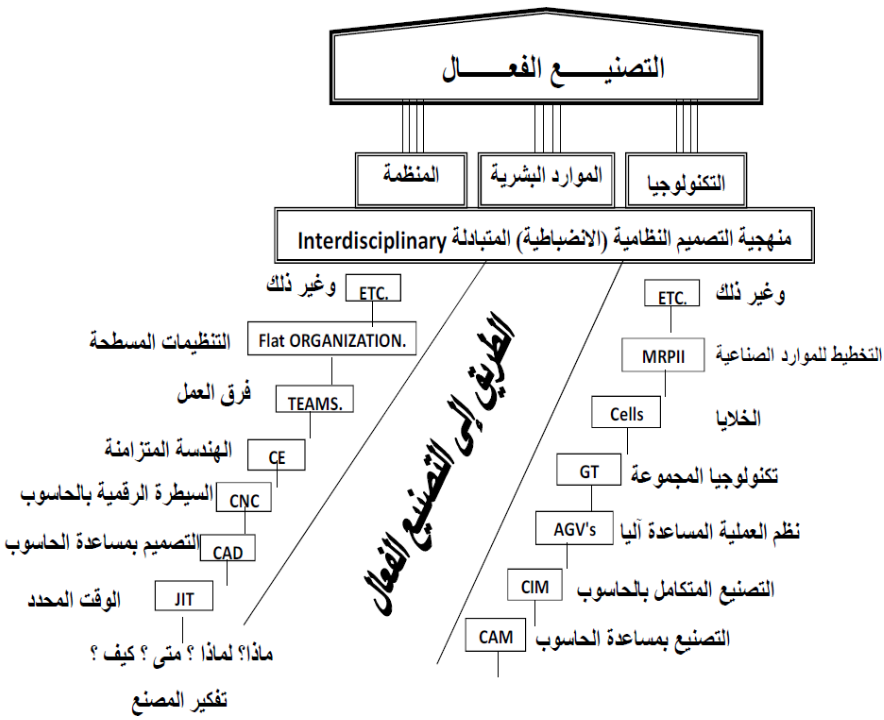
يعرف التصنيع الفعال بأنـه:(القـدرة عـلى الانتقـال الـسريع مـن إنتـاج منـتج إلى منـتج آخـر باستخدام تسهيلات الإنتاج المرنة وتقنيـات المعلومـات والاتـصالات الـسريعة). وباتجـاه آخـر يعـرف التصنيع الفعال بأنه: (هيكل يتضمن مجموعة من المـصانع ذات قـدرة عاليـة في تطـوير اسـتراتيجيات أعمالها من خلال تطوير منتوجاتها وتحديد الأسواق المربحة لهـا ولـشركائها. وتـستخدم هـذه المـصانع المهارات الأساسية والكفاءات المتخصصة وتقنيات المعلومات والاتصالات المتقدمة).

ولإنتقال المنظمة الصناعية إلى المصنع الفعال (Agile factory) يتطلب الفهم الكامل لاحتياجات الزبائن، والتكييف السريع لتغيـرات الأسـواق، وتطـوير المنـتج وإنتاجـه بـسرعة اسـتجابة لاحتياجـات الزبائن حيث يوصف المصنع الفعال بأنه يُنشئ تقنية معلومـات متطـورة جـداً تمثـل المكـون الأسـاسي للمصانع الافتراضـية (Virtual Enterprise) وذلـك لتحقيـق التبـادل الالكـتروني للبيانـات بـين مجموعـة المصانع المكونة للمصنع الافتراضي من جهة ومراحل سلسلة التجهيـز خـلال المـصنع الواحـد مـن جهـة أخرى.

ان العمـل مـع نظـام الإنتـاج في الوقـت المحـدد (Just in time) ونظـام الإنتـاج الرشـيق (Lean Production) وإنتاج منتوجـات بالمواصـفات العالميـة يعنـي تخفـيض جميـع مظـاهر ونـشاطات العمليـات الصناعية، من خلال استخدام تقنية الهندسة المتزامنة ومكائن السيطرة الرقميـة وتـصميم المنـتج وتـصنيعه بواسطة الحاسوب ولكنها تختلف عن التـصنيع الفعـال. وبـنفس الاتجـاه اسـتخدام نظـام الإنتـاج المتكامـل (Computer Integrated Manufacturing) وتقنياته المعتمدة على الحاسوب لتحقيق التكامـل بـين النـشاطات

والوظائف والتطبيقات، وهذا لا يعني الوصول إلى التصنيع الفعال بـل يعنـي الوصـول إلى المتطلبـات الضرورية للتصنيع الفعال.**إذن ما هو التصنيع الفعال؟**

يبين الشكل (1) أن التـصنيع الفعـال يجمـع بـين مجموعـة مـن المفـاهيم والـنظم والتقنيـات المعتمدة في مجال الإنتاج والعمليات، وذلك لغرض التعامل مع الظواهر والتغيـيرات الـسريعة التـي لا **يمكن السيطرة عليها أو التنبؤ بها (Unpreditable).**



شكل(1)

(الطريق إلى التصنيع الفعّال)

يعتمد نظام التصنيع الفعال على ثلاث موارد رئيسة و يحقق النظام من خلالـه أسـبقيتهاالأولى وهي إرضاء الزبائن من خلال تسليمهم المنتجات في الوقت و النمط المحددن ومن الموارد نؤشر:

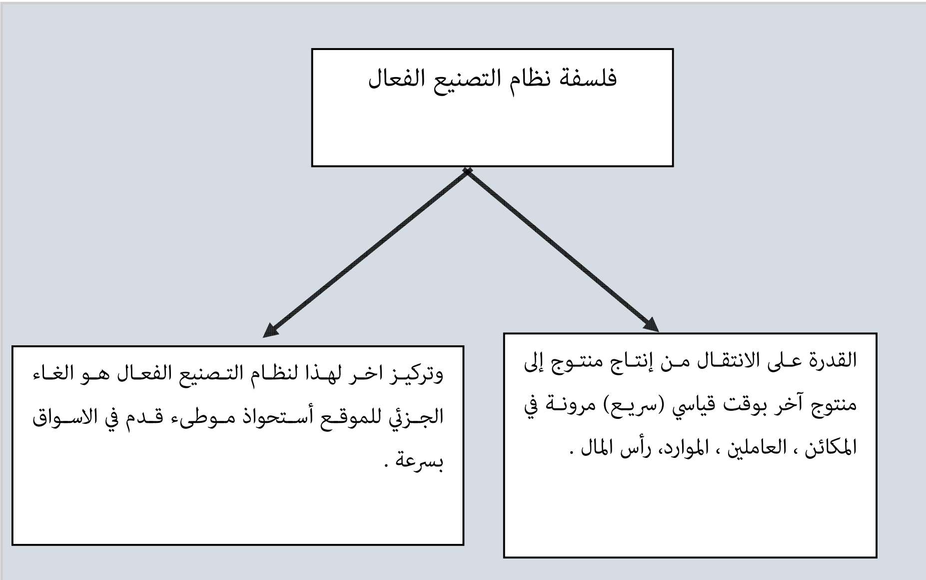
1. إدارة تتميز بالإبداع والابتكار في هياكلها وتنظيماتها الرشيقة.
2. الأفراد العـاملين ذوي مهـارات تتـسم بالمرونـة وحـسن الإطـلاع عـلى المعـارف والتقنيـات المتطورة والاستجابة السريعة للتغييرات المستمرة.
3. تقنيات حديثة ومتطورة في مجال تبادل المعلومات وكذلك في أساليب العمل.

وهنا تبرز الحاجة إلى منهجية تتكامل فيها هذه الموارد الثلاثة، اذ يتم الاسـتفادة مـن المهـارات العالية للعاملين من خلال استغلال التقنيات المتطورة لتصميم تنظيم داخلي يتسم بالتنـسيق والإبـداع للتكيف مع التغيرات الظرفية والاستجابة السريعة لاحتياجات الزبائن.

يستخدم التصنيع الفعال أساسيات جوهرية للمنافسة ومنها:

1. تبني أساسيات المنافسة ومبادئ التحسين المستمر.
2. تحقيق الاستجابة السريعة للتكييف مع احتياجات الزبائن.
3. تحسين الجودة.
4. التركيز الكامل على الزبون والمسؤولية الاجتماعية.

تبين لنا مما سبق ان زيادة المنافسة العالمية نتيجة للتطورات التقنية السريعة وتجزئة الأسـواق والطلبات المتفردة للزبائن لها الأثر الكبيـر في توليـد مفهـوم الايـصاء الواسـع (Mass Customization) ومن ثم التصنيع بالاستجابة السريعة إذ تعد هذه النظم من الأساسيات الجوهرية للتصنيع الفعال وفي الوقت نفسه تعد من أهم مظاهره. إذ يؤكد (Suri)الأستاذ في جامعـة (Wisconsin-Madison) ان تقنيـة التصنيع بالاستجابة السريعة تلعب دوراً مهماً في الوصول إلى التصنيع الفعال.



الشكل (2)

فلسفة التصنيع الفعال

ويعرف التصنيع الفعال بأنه: القدرة على الانتقال السريع من إنتاج منتوج إلى منتوج آخر باستخدام تسهيلات الإنتاج المرنة وتقنيات المعلومات والاتصالات السريعة.

ويرى (Kidd) ان التصنيع الفعال هو هيكل يتضمن مجموعة من المصانع ذات قدرة عالية في تطوير استراتيجيات أعمالها من خلال تطوير منتوجاتها وتحديد الأسواق المربحة لها ولشركائها. وتستخدم هذه المصانع المهارات الأساسية والكفاءات المتخصصة وتقنيات المعلومات والاتصالات المتقدمة.

وكذلك يعرف بانه المصنع القادر على الاسبقيات التنافسية في أن واحد ويهتم بجمع وتوحيد مفاهيم الرشاقة والمرونة وانظمة التصنيع المتكاملة واستعمالها الافكار والتعرف على التقررات المتنتجة من الرؤيا المختلفة.

ويرى البعض أن التصنيع الفعال هو التطور الطبيعي للمفهوم الأصلي للتصنيع الرشيق الذي يتم التركيز فيه على تقليل الهدر وتقليل التكاليف وجعل المنظمات

والتسهيلات أكثر مرونة واستجابية للزبائن تقود إلى اعتبار مفهوم (الفعّالية) كتفضيل لمفهوم الرشاقة.

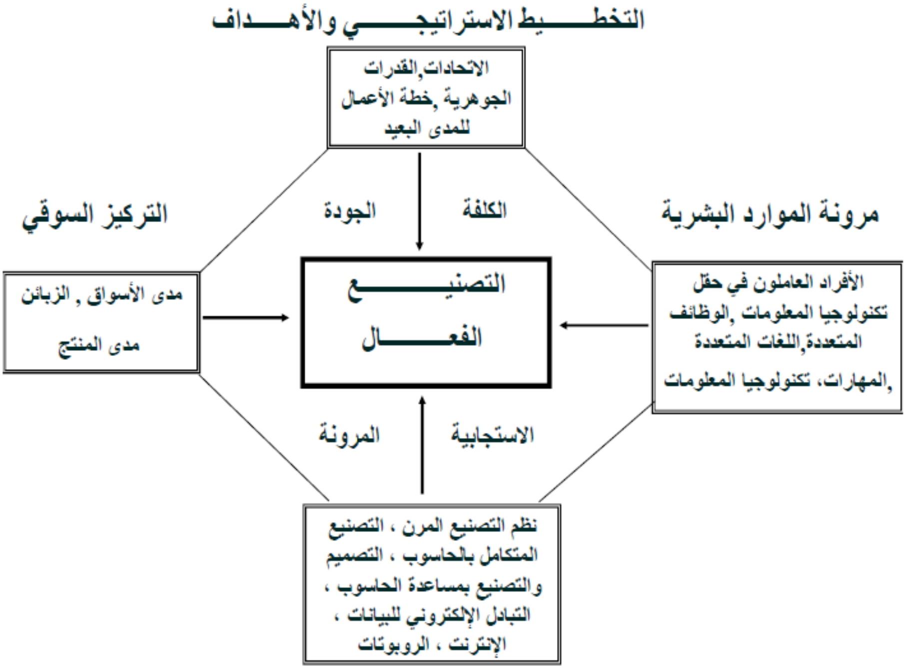
لتحديد ما هو التصنيع الفعال ولتحديد نموذج التصنيع الجديد فمن الضروري أن نأخذ بنظر الاعتبار كافة التعريفات الواردة التي يمكن تصنيفها في ثلاث مجاميع رئيسة :

المجموعة الأولى: عُرِف التصنيع الفعال وفقاً للنتائج التي يحققها: المرونة، السرعة، الاستجابية، إعادة الترتيب، الدينامية .

المجموعة الثانية: باحثون آخرون عرفوا التصنيع الفعال وفقاً لفعالياته (أو تأثيراته) أو تنفيذه للتعاون ذات الطبيعة التأثيرية، الافتراضية، الاستثمار التكنولوجي، التوجه السوقي، التكامل.

المجموعة الثالثة: وتوجد تعاريف شاملة حاولت الربط بين البعدين اللذين تمت الإشارة إليهما آنفاً بمزج النتائج التي تظهر من الإنجاز بالوسائل التي يصبح المفهوم بها فعالاً أو ذا طبيعة تأثيرية.

- ووفقاً لهذه النتائج فإن التصنيع الفعال لا يعتمد أساساً على المرونة والاستجابة فقط بل يعتمد كذلك على الكلفة، جودة المنتجات المطلوبة للمستهلكين، وبهذه الطريقة، فإن أصحاب المصانع (أو المنظمات) ذوو الفعّالية يكونون أصحاب مصانع مرنة، يتمكنون من تجهيز منتجات بدرجة عالية من الجودة وبأدنى كلفة وبخدمات متميزة، وأحسن حالات التسليم، وترتيباً على ذلك فإن التصنيع الفعال يستلزم توقفاً واضحاً لنموذج المبادلات بين مختلف الأسبقيات التنافسية للتصنيع والتمكين لتطوير جميع القابليات ونضيف إلى ذلك البيئة ومؤثراتها المختلفة على الأداء العملياتي لإستراتيجية العمليات.



الشكل (3)

نموذج التصنيع الفعال

النموذج يأخذ في نظر الاعتبار صفات السوق، البنية التحتية، التكنولوجيا، الاستراتيجيات. والغرض هو تسليط الضوء على البعد الجديد لتعريف نموذج التصنيع الفعّال، والتعديلات التي نحتاجها لإعادة تعريف الفعّالية موضحة كالآتي :

1- في بعض الحالات لا تكون المرونة والكلفة تكمل احداهما الاخرى، ولذا فأننا نحتاج لأخذ الكلفة بنظر الاعتبار في الفعالية ، فالفعالية بدون كلفة فاعلة ليست استراتيجية منافسة حقيقة، ولذلك يجب اخذ الكلفة بنظر الاعتبار في تعريف الفعالية.

2. تضمين التكنولوجيا في إنجاز الفعّالية سمة اساسية بالمقارنة مع تكوين الشراكات التي تعتمد على القدرات الجوهرية. ففي بعض الأعمال المحددة نحتاج إلى تحديد مجموعة التكنولوجيا التي تكون مهمة في اختيار التقسيمات السوقية لمتطلبات السلعة والخدمة. ولذا فإن تضمين تكامل القدرات الجوهرية المكملة تكون ذات أهمية كبيرة، النقص في التركيز على استغلال القدرات الجوهرية لا يؤدي إلى تحسين الإنتاجية والجودة.

3. طبيعة التوجه السوقي تحدد بالتأكيد خصائص المنظمات الفعّالة. ولا توجد منظمات تستطيع تلبية (إشباع) متطلبات السلعة والخدمة غير المحدودة للأسواق المختلفة فخصائص الأسواق تختلف من مصنع إلى آخر ومن بلد إلى آخر.

4. تضمينات التجارة الالكترونية لا تكون عناوين مناسبة لتطوير نظم التصنيع الفعّالة فالمدخلات المباشرة من الزبائن، التخفيض في استجابة الوقت، الكلفة لتحديد المتطلبات السوقية باستخدام مبادئ الهندسة المتزامنة بالتأكيد تقلص الفجوة بين التسويق والإنتاج.

5. تؤدي الموارد البشرية دوراً مهماً في تطوير نظم التصنيع الفعّال وكيفما كان الحال فإن موضوع قوة العمل الفعّالة لا تعتبر عنواناً متميزاً. ولا يزال هناك عدم وضوح في كيف أن الفعّالية لقوى العمل وخصائصها يمكن أن تحدد بالإشارة إلى التغير في متطلبات السوق ونظم القيمة – المضافة.

6. اللوجستك يؤدي دوراً مهماً وخصوصاً المشروعات الافتراضية الموزعة مادياً. لذلك يجب تركيز الانتباه على دفع الإدارة الفاعلة للوجستك التي بدورها تدعم بدورها الفعّالية في التصنيع.

ثانياً/ نماذج التصنيع الفعال

يتكون نموذج التصنيع الفعال من خمسة نماذج وكالاتي:

1- **النموذج الأول: المصنع ذو الأحجام المختلفة**

(Elastic Enterprise):وهي المصانع التي تقوم بإنتاج أحجام مختلفة من المنتجات وبنطاق واسع و باستخدام تقنيات رشيقة (Lean Technology) لغرض التكيف مع المتغيرات اي الحجوم والمحافظة على المستويات الثابتة بالكفاءة والجودة والكلفة.

2- **النموذج الثاني: مصانع الخدمة الشاملة** (**Total Service Enterprises**): وهي تسعى إلى إقامة وتنمية علاقات طويلة الأمد مع الزبائن.

3- **النموذج الثالث: المصانع المرنة** (**Flexibility Enterprises**):أو ذو المنتج العالي وهي المصانع القادرة على إنتاج مجموعة واسعة ومتنوعة من المنتجات وبكميات صغيرة نسبياً.

4- **النموذج الرابع: مصانع القائد التكنولوجي** (**Technological Leader Enterprises**)**:أي** المصانع الرائدة في الإبداع واختراق السوق وإنتاج منتجات مبتكرة وحديثة، ويتم في هذا النوع الاستثمار الكبير في مجال البحث والتطوير .

5- **النموذج الخامس: المصانع سريعة الأداء(Quick Performance Enterprises)**:وهي تلك المصانع القادرة على تحديد الأسواق المربحة وتنظيم الأعمال من أجل تلبية حاجات تلك الأسواق ، فهو مزيج من النماذج السابقة

ثالثاً/ المبادئ الرئيسة للتصنيع الفعّال

إن للتصنيع الفعّال أربع مبادئ رئيسة وهي:

1- **أغناء الزبون (إسعاد الزبون):**

التصنيع الفعّال يستجيب لأي تغيير في احتياجات الزبائن إلا أنه في نفس الوقت يجب أن يدرك أن الزبون يجب أن يدفع زيادة إضافية على الجودة التي يرغبها. المنظمات ينبغي أن يكون لها فهم كامل لاحتياجات الزبائن وتجهيزهم بالسلع والخدمات التي

تضيف القيمة لحياتهم. ويتطلب من المنظمات أن تكون لديها وجهات نظر شمولية على المدى البعيد والمتوسط والقصير لاحتياجات الزبائن.

2- **الملائمة للتغيير "التغيير الرئيسي وعدم التأكد":**

التحدي السابق للمنظمات هو البقاء وأخذ المزايا للبيئات المضطربة وهذا يتضمن أن المنظمات تحتاج إلى أن تكون مرنة ورشيقة لتلائم التغييرات وتتكيف معها. وهذا التفويض (التكليف) لا يستخدم فقط المعدات المرنة، ولكن كذلك المرونة في الهيكل التنظيمي نفسه. وممثلي المنظمة الفعّالة يعتبرون أن الصلاحية للعمال تعطي بصورة مباشرة من خلال الزبائن وهذه ضرورية إذ أن الخط الأمامي للأفراد في المنظمة يكون بمثابة الحساس في المنظمة وهم أول منظم للتغيرات. ويجب إعطاء صلاحية اتخاذ القرارات الموضعية لعمل هذه التغيرات. ولمواجهة هذه التحديات فإن المنظمات الفعّالة تكون مراكز إنتاج وخدمات صغيرة موزعة جغرافياً. مثال: الشبكة العالمية (World Wide Network) لشركة (Dell) للحاسبات وتوسع منظمتها.

إن الكثير من المنظمات تركز على قدراتها الجوهرية في مجال المنافسة، حتى عندما يكون السوق في حالة تطور دائم والدعامة الأساسية للتصنيع الفعّال هي فلسفة التغيير والتي تكون معتمدة على شركاء المنظمة، وتكنولوجيا المعلومات والعاملين الأذكياء .

3- **الموارد الرافعة " الموارد البشرية والمعلومات ":**

المهارات والمعرفة (مشروع قيادة المعرفة) للأفراد تعد من الموجودات (الأصول) المهمة في أية منظمة. إن المعرفة تتضمن معرفة المنتج، الخبرة فضلاً عن الفهم العميق لحاجات الزبون ومتطلبات الخدمة وتمنح أي شركة فعّالة السلطة المستدامة في تدريب وتطوير الموارد البشرية. الإتاحة، الكمال (بلوغ درجة الكمال)، الاستمرارية، سهولة استخدام المعلومات تصبح الأداة المفتاحية للتأكد من رضا الزبون. فأفضل طريقة لتكوين انطباع لدى الزبون تكون بتزويد معالجة كبيرة للمعلومات لكل من الزبائن بالإضافة إلى الأفراد ضمن المنظمة (معلومات المنتج، التدريب، المواصفات، التصنيفات العالية،....، الخ).

إن الاستثمار الأقصى لتكنولوجيا المعلومات وأدوات إدارة المعرفة تكون ضرورية في المنظمات الفعّالة، كما أن المشاركة المفتوحة للمعلومات هي الواجهة المفتاحية للعملية الفعّالة.

4- **المنظمات الافتراضية "التعاون للتنافس":**

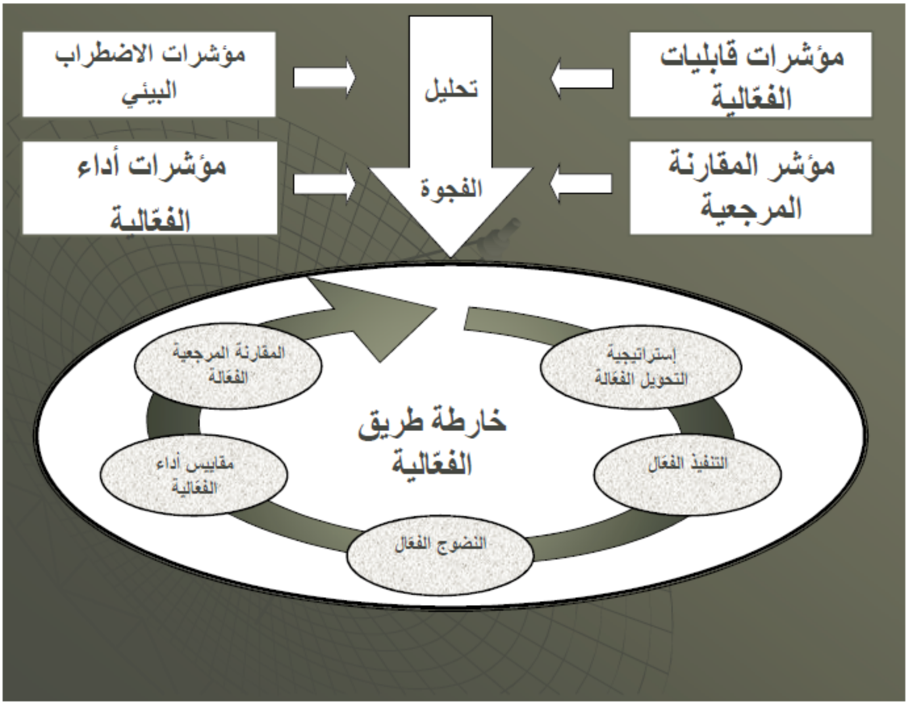
لا تستطيع أي شركة إمتلاك كل المهارات المطلوبة، المعرفة، الموارد لمقابلة الاحتياجات السوقية. ولأجل مقابلة هذه الاحتياجات فإن فرص الإندماج مع القدرات الجوهرية عبر العديد من المنظمات (ربما المنافسون) هي إستراتيجية يتم تبنيها بواسطة المنظمات الفعّالة. وهذه تعرف بالمنظمات الافتراضية. ومن أجل النجاح، فإن هذا يتطلب ثقة اعتبارية خاصة وانفتاحية في اختبار المداخل غير التقليدية وتكنولوجيا المعلومات هي مفتاح القدرات في هذه الهياكل .

فالمنظمات الافتراضية الفعّالة هي تحالفات تصنيعية تهتم قليلاً بالقيود القانونية وتفضل التركيز على التكامل بين الكثير من المشاريع والعمليات التجارية ضمن آليات قادرة على التغيير السريع في إتجاهات غير منتظرة ولا يمكن التنبؤ بها وتؤدي هذه البيئة التعاونية إلى أن يصبح كل عضو في التحالف أكثر إستعداداً لمواجهة الطوارئ وتجمع كل ما لديهم من موارد وما يتمتعون به من قدرات لإغتنام فرص العمل الجديدة .

رابعاً / مسار خارطة الطريق إلى التصنيع الفعّال

المدخل المنهجي للتصنيع الفعّال والاستراتيجيات الفعّالة تعتمد على أربعة مجاميع من الأدوات موضحة بالشكل (4) وهي:

1. أدوات اكتشاف بيئة الأعمال (مؤشر الإضطراب البيئي).
2. أدوات تحديد قابلية الفعّالية الحالية للمنظمات (مؤشر"علامة" قابلية الفعّالية).
3. أدوات تقييم الأداء الحالي ضمن بيئة الأعمال (مؤشر أداء الفعّالية).
4. مؤشر المقارنة المرجعية وتحديد أحسن الممارسات.



الشكل (4)

مسار خارطة الطريق إلى التصنيع الفعّال

يتوجب على أية منظمة تركيز الانتباه على المجالات الرئيسية ومجموعات أهداف الأداء الرئيسية خلال تحليل الفجوة. الطور الثاني للمدخل هو تطوير خارطة الطريق الفعّالة. إن خارطة الطريق الفعّالة تستند على العمليات التكرارية بالاعتماد على خمسة مراحل هي:

1- المرحلة الأولى: نتيجة تحليل الفجوة، تحدد إستراتيجية التحول المطلوبة لمقابلة أهداف الفعّالية.

2- المرحلة الثانية: تخطيط وتنفيذ هذه الاستراتيجية.

3- المرحلة الثالثة: نضوج الفعّالية حيث أن مقاييس الفعّالية والإجراءات التي يتم تبنيها تصبح طريقة بناءة حينما تعمل المنظمة. لذا فإن أي استراتيجية فعّالة بطبيعتها بحاجة إلى أن تكون ديناميكية.

4- المرحلة الرابعة: ثبات مقاييس الأداء وفقاً للتغيرات في بيئة الأعمال. وتحدث المرحلة الرابعة تغييراً في قيادة التغيرات المستقبلية من خلال تحديد المجالات الجديدة للتحسين.

5- المرحلة الخامسة: تتضمن المقارنة المرجعية وفقاً لحداثة وظهور أفضل الممارسات في هذا المجال .

خامساً / شروط واستراتيجية تحديد المصنع الفعال

1. يجب ان يتسم المصنع الفعال بخاصية الزيادة او القيادة التنفيذية.

2.الاستمرار في الاستثمار في مجال البحث والتطوير.

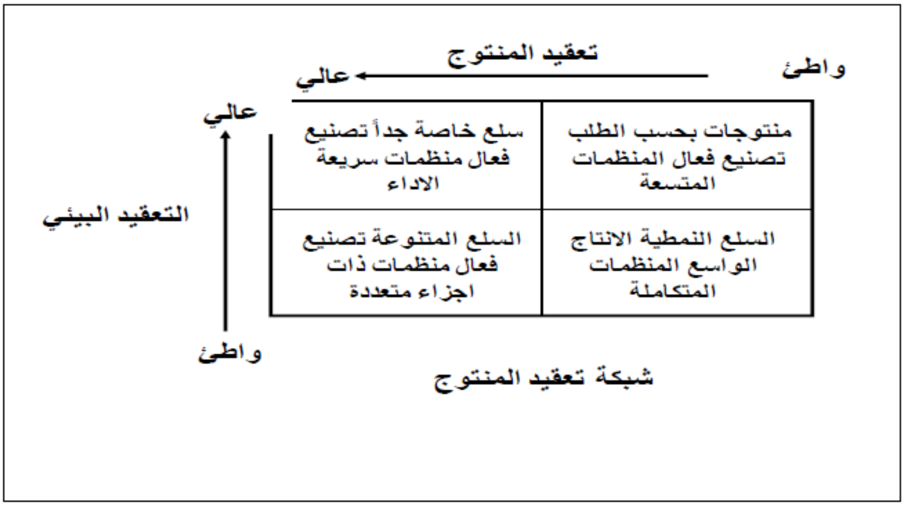
3. ان يهتم بتقديم ما يطلبه المستهلكين.

4. القدرة على استخدام الكفاءات الاساسية له وللاخرين (باستخدام عقود من الباطن باستخدام قدرات الاخرين).

5. ان المصنع الفعال هومزيج من تلك النماذج الخمسة وتتحقق صفة الفعالية عندما يمتلك القدرة على التحول الي مصنع سريع الاداء.

يبدو ان التغيرات في الاسواق العالمية قد دفع المصنعين الي البحث عن مأوى يجدون فيه دائما الحل الوحيد الذي امامهم والذي هو التحول من الانتاج الواسع الي التصنيع بكميات كبيرة وحسب طلبيات المستهلكين ويسمى الان الايصاء الواسع بنفس الوقت، ان الاستراتيجية التي يطلبها المصنعون الباحثين عن الاسواق هي الفاعلية وليس غيرها .

ان المنظمات التي تطبق التصنيع الفعال تتصف اسواقها بالتقلبات المتغيرة وعدم التاكد العالي، واصدرت الوزارة الامريكية تقرير عن المصنع الفعال عام 1994 دراسة تضمنت عنوان شبكة تعقيد المنتج في حالة عدم التاكد السوقي ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل التالي:



الشكل (5)

التصنيع الفعال والتعقيد البيئي

من خلال الشكل السابق يتبين في الخلية الأولى ان السلع النمطية تتمثل بالمنتجات ذات الاشكال القياسية والمتوفرة دوماً والتي تلبي حاجات المستهلكين في اسرع وقت اذ يكون السعر هو العامل الاساس في قرارات الشراء لهذه المنتجات لذا يتوجب علي المصنعين تخفيض التكاليف عند تجهيز المستهلكين بصورة فورية ومباشرة وهكذا ستصبح الكفاءة الاساسية للمصنعين تطبقها عمليات النقل والاعداد (التهيئة) وتقنية عملية الانتاج.

اما السلع الاستهلاكية المعمرة (سلع التسوق) فتظهر في الخلية الثانية فان هذا النوع من هذه السلع تتمثل بكل ما يبحث عنه المستهلك في قائمة المنتجات الفعالة المتمثلة بالسلع القياسية المكيفة بحسب حاجة المستهلكين هذه المنتجات لاتطلب باستمرار فان مطابقتها للحاجات اوالدقة في المواعيد تفوق الاهتمام بها.

اما السلع الخاصة جدا (Super values)تظهر في الخلية الثالثة في شبكة تعقيد المنتج عدم التاكد في المنتجات الفعالة وتتمثل فيها المنتجات الفعالة التي تحتاج في الكثير من العمليات الى البحث والتطوير قبل الشروع في انتاجها مثال ذلك المنتجات العسكرية.

في حين تظهر السلع حسب الطلب (Gobbling products) في الخلية الرابعة والتي تتضمن عملية تجميع الاجزاء القياسية بطريقة الفريدة من اجل كل مستهلك تهيء حل مناسب لمشاكلهم وحاجاتهم في الوقت الحالي هذه المنتجات تكون مقبولة من قبل المستهلكين الذين لايستطيعون الانتظار من اجل تطوير منتجاتهم حتى تصبح ذات قيمة خاصة Values Goodsويتطلب انتاج هذا المنتج مايسمي بالمصانع المتسعة Extendedاو ذات القابلية على التوسع، مثال مكائن من شركة روز رايز، والزجاج من شركة الصينية والاطارات من شركة Good Yearوالآجزاء الداخلية من شركات اخرى و هكذا فتجمع هذه الاجزاء لتكوين منتجات بحسب الطلب دون الاهتمام بالاسعار.

سادساً/ استراتيجيات التصنيع الفعال

سيتم التركيز على الاستراتيجيات الرئيسة للتصنيع الفعّال، والهدف الكامن وراء ذلك هو تحديد الاستراتيجيات الرئيسة المطلوبة لتبني التصنيع الفعّال والفجوة بين استراتيجيات التصنيع الحاضرة والمستقبلية واقتراح مجموعة من الاستراتيجيات المناسبة التي ينبغي التركيز عليها لتطوير مفهوم عملي وممكن للتصنيع الفعّال. وإلتي يمكن تحديد الاستراتيجيات المناسبة التي تمثل المكونات الرئيسية لإقامة التصنيع الفعّال، وباتفاق معظم الباحثين على هذه الاستراتيجيات وهي الاتي:

1- **التخطيط الاستراتيجي**

تعد عملية التخطيط الاستراتيجي من المهام الأساسية للإدارة العليا، إذ يجب على المديرين الاستراتيجيين أن يتولوا عملية التخطيط الاستراتيجي ووضع الأهداف والاستراتيجيات بما يتلاءم مع ظروف البيئة الداخلية والخارجية للمنظمة ومن ثم تحديد السياسات والإجراءات اللازمة لتنفيذ الخطط وتحقيق الأهداف .

إن التخطيط الاستراتيجي لتحسين الأداء العملياتي يتمثل في كافة مجالات التصنيع، وتسويغ ذلك أن المنظمات على المدى البعيد يجب أن تهتم بتحديد الأعمال المناسبة والسياسات العملياتية لإنجاز التصنيع الفعّال، حيث نحتاج إلى استراتيجيات فرعية عديدة بضمنها المشروع الافتراضي، تكوين الشراكات السريعة، إعداد النماذج

الأولية الأصلية السريعة، التحالفات المؤقتة المعتمدة على القدرات الجوهرية إذ بدون استراتيجيات العمليات والتكنولوجيات والنظم الموحدة لا يمكن إنجاز الفعّالية. إن التصنيع الفعّال يمكن إنجازه من خلال فرق القواعد المتعددة والمتكاملة للزبون وشراكات سلسلة التجهيز، التصنيع المرن، نظم ضش المعلومات المتكاملة بالحاسوب ووسائل الانتاج المعدلة

وقد أدى التعقيد في الأسواق والإنتاج إلى زيادة سلم العالمية (المقاييس العالمية)، أهداف المشروع الموسع (الممتد) الجديد، مؤشرات الأداء، وقيود الحالات ضمن هيكل التصنيع الفعّال تصبح محددة بينما الحاجة إلى توسع المشروعات تحدد بحجم كبير، إذ أن هناك نقصاً في الأدوات المناسبة والاقتصادية المتاحة لتحقيق هذه الحاجات، لذلك فإن الجيل الجديد من الأدوات أو الأساليب يطور ويصبح توسيعها لدعم عمليات اتخاذ القرارات ولتسليم المعالجات المطلوبة لتوسيع الأعمال وهذا بحد ذاته يمثل تحدياً وفرصة لتكنولوجيا المعلومات في الوقت نفسه فتلعب صناعة الاتصالات دوراً مهماً في الفعّالية. إن المداخل الحاضرة في تصميم وبناء تصميم وبناء أنظمة المشروع تقود إلى الاعتمادية المتداخلة الثابتة بين الموارد الثمينة. وهذه القيود إعادة استخدام الموارد وفعّاليات النظم ربما تكون وقائية بتراصٍ تام بين سلوك النظام وعمليات الأعمال ويتضح أهمية دور البنية التحتية للتكامل المستند على البرمجيات وتكامل الهياكل وعلى التعاقب تستطيع أن تؤدي دوراً في دعم وتنظيم سلوك النظام بطريقة تسهل توسيع النظام والتغييرات، ومثل هذا النظام المعتمد على البرمجيات من المحتمل أن يصبح مجموعة (كتلة) بناء معتادة لنظم التصنيع الفعّالة للجيل القادم. إن ضرورة الحفاظ على العمليات الرشيقة في المشروعات الفعّالة لتأمين السرعة والمرونة في وظائف المنظمة لمواجهة هذه التكنولوجيا. ومن الجدير بالإشارة إليه هنا أن تكنولوجيا المعلومات تزود بالوسائل اللازمة للمنظمات للتكامل الأفضل لأنشطتها الداخلية والخارجية، وهذا المستوى من التكامل ينجز من خلال نظم المشروعات الموسعة(Enterprisewide System)التي تعكس العمليات الحاضرة والمعالجة للأعمال بما يسمح لمتخذي القرارات بتصنيف المعلومات بسرعة ودقة عالية.

2- **معمارية نظم المعلومات**

إن التصنيع المستند على المسؤولية (RBM) (Responsibility-Based Manufacturing) هو معمارية جديدة لنظم الإنتاج التي تقع تحت مظلة نموذج التصنيع الفعّال. ففي بيئات الايصاء الواسع، فإن التصنيع المستند على المسؤولية يسمح بمعظم التعديلات على العملية وتنويع المنتج لمراعاته ديناميكياً وبسرعة خلال الإنتاج بدون الحاجة إلى أسبقيات إعادة الترتيب (Prior System Reconfiguration) وتأخذ الموارد النشيطة (روبوتات الموبايل، المنصات الذكية، وغير ذلك) المسؤولية لإنتاج المنتجات / الأجزاء الفردية، ولذا يتم تنفيذ العلاقات الوحدوية (التكاملية) من الزبون الفردي إلى المنتج الفردي.

3- **الموارد البشرية في التصنيع الفعّال**

إن إدراك العوامل البشرية ملازم لتطوير المنتج الفعّال. وتعد محورية في نجاح تكامل تكنولوجيات التمكين الفعّالة Integration of Agility- Enabling Technologies بالإضافة إلى ضرورة تنسيق عمل الأفراد مطلوب ضمن بيئة الهندسة المتزامنة. ان العوامل البشرية المرتبطة بالاتصالات والبنية التحتية للمعلومات الضرورية لأية منظمة تعمل على التحول من تطوير المنتج التقليدي إلى تطوير المنتج الفعّال. وفضلاً عن ذلك، فإن العاملين في حقل تكنولوجيا المعلومات (تحول الفرد إلى عامل معرفة) يكونون مرنين آخذين بالحسبان المسؤولية للفعّاليات المتعددة والاتصالات بصيغ متعددة اللغات في بيئة التوزيع المادية لمشروع التصنيع الفعّال. ويعد التمكين من الاستراتيجيات الضرورية في تحقيق التصنيع الفعال ولتحقيق الفعّالية في التصنيع يتطلب تغييرات جذرية في خط من عمليات إعادة هندسة الأعمال المنتجة، وهذا المستوى من التغيير في أية منظمة يتطلب الدعم الكلي للإدارة العليا وفقاً لتجهيز الدعم المالي والتقني معاً لتمكين العاملين.

4- **تصميم المنتج والهندسة المتزامنة**

إن نظام التصنيع الفعّال يتمكن من إنتاج عناصر متنوعة بتكاليف قليلة وفترة زمنية قصيرة. إن صياغة وتصميم قاعدة الفعّالية يقلل أوقات الانتظار للتصنيع بإجراء التغييرات المتتابعة لنماذج المنتج، فالمكائن تتم إعادة تخصيصها مع الأخذ بنظر

الاعتبار التكاليف الإضافية لمناولة المواد وإعادة الترتيب، والأساليب المختلف مثل CAE،CAM،CADأي (التصميم بمساعدة الحاسوب، التصنيع بمساعدة الحاسوب، الهندسة بمساعدة الحاسوب) والطرق الأساسية مثل التصميم للتصنيع والتجميع، لإنجاز تخفيض في دورات تطوير المنتج، بينما يتم تحسين جودة المنتجات، وقد ركز الباحثون على تنفيذ الخطط ونقاط الضعف والتحديات التي تواجه المنظمات في تنفيذ إستراتيجية الهندسة المتزامنة.

ويبدو أن أساليب تصميم المنتجات تعددت وتنوعت، ففضلاً عن ـCAM،CAD، CAE هناك الهندسة المتزامنة، أسلوب تحليل القيمة (القيمة الهندسية) ونشر وظيفة الجودة والتصميم لإمكانية الصنع و/أو التجميع والتصنيع للبيئة. فالتصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) هو نظام حاسوبي لتصميم المنتجات الجديدة أو لإجراء التعديلات على المنتجات القائمة في حين يشير البعض إلى أنه نظام برمجي يستخدم المخططات الحاسوبية للاستفادة منها في الحصول على تصاميم المنتجات وتحليلها كما يمكن استخدامه في المخططات الهندسية والتوثيق وفي الرسم الآلي، ناهيك عن فائدته في تقليص الوقت المطلوب لتقديم المنتجات إلى الزبائن والقابلية على تحضير الأفكار الخاصة بالتصاميم وحذف الأجزاء غير الضرورية في المنتجات وتحسين جودة تصاميم المنتجات، يستخدم CADعلى نطاق واسع في المصنع الفعّال وهذا يتطلب من المنظمات توفير المعلومات الضرورية اللازمة من مرحلة البدء بعملية تصميم المنتجات وحتى الحصول على التصاميم النهائية. أما الهندسة المتزامنة فهي أسلوب لتصميم المنتجات يهدف لتحقيق التكامل بين تصاميم المنتجات والتخطيط للعمليات الإنتاجية، وتقليص كلف الإنتاج والوقت المطلوب لصنع المنتجات الجديدة وتحسين الجودة، ولا يتم ذلك إلا من خلال مشاركة كافة التخصصات الموجودة في المنظمة من اختصاصي العمليات، التسويق، المالية والمبيعات والموارد البشرية بعضهم مع البعض الآخر،ولضمان التكامل بين الوظائف المختلفة من الضرورة ان تكون هناك ثلاث فرق متخصصة هذا التكامل وهي:

آ. فريق إدارة برنامج التصميم.   ب. فريق الفنيين.   ت. فريق بناء تصاميم المنتجات.

5- **المشروع الافتراضي**

يشمل المشروع الافتراضي فضلاً عن المنظمة نفسها علـى المجهـزين الـذين تحتـاجهم للتنـافس بالمنتجات ، فالقليل من المنظمات تستطيع تصنيع المنتج الكلي بالاعتماد على ما تمتكله فقط وبدلاً من ذلك فإنه يتم البحث عن افضل المهارات والقدرات الجوهرية والتجهيزات اللوجستية، إذ نـتمكن مـن بنـاء المـشروع الافـتراضي مـن خـلال العلاقـة بـين المنظمـة والتكنولوجيـا والمهـارات إلا أن هنـاك عاملينٍ يحددان هذا التطور:

1. النقص في الخبرة وتمييز هياكل المشروعات الافتراضية الموجودة.

2. دعم تمكين التكنولوجيات العمل التعاوني المنتـشرمن خـلال شـبكات المـصفوفات عـن بعـد (Telematrix Network)، والتفاعل التطوري بين المشاركين في المشروع الافتراضي يعتمد على المشاركة في المعلومات والموارد والمعرفة والأحداث ونماذج المنتج وبعض الدعم المتفاعل. ومن أهـم مـبررات إنـشاء المنظمات الافتراضية هي:

آ. تفعيل أساليب الإنتاج والعمليات ومحتوى المنتجات وتصميمها باستقبال المقترحات والأداء من المنظمات والخبراء عبر شبكة الانترنت.

ب. توفير البنى التحتية للمنظمات التقليدية.

ت. تغطية السوق المحلي والعالمي.

ث. الانتقال من بيع المنتجات إلى بيع الحلول.

ج. تحقيق ولاء الزبون بالدخول في أسواق جديدة.

ح. المشاركة في الخطورة والبنى التحتية.

6- تكنولوجيا المعلومات والأتمتة

حدد كلا من (Krajewski and Ritzman،2005)بأن تكنولوجيا المعلومات تتكون مـن البرامجيـات والأجهزة والمعدات، شبكات الاتصالات، قاعدة البيانات في حين يحدد البعض الآخر مكونات تكنولوجيا المعلومات بالآتي:

1. الأجهزة والمعدات.   2. البرمجيات.

3. الموارد البشرية.   4. الاتصالات.

عرفت تكنولوجيا المعلومات بأنها المعرفة والأساليب، أو أنها الأنشطة التي يؤديها الأفراد والآلات في الإطار التنظيمي باستخدام مدخلات تقنية مثل السلع الرأسمالية وأساليب الإنتاج الفنية، والمعارف الإدارية وغير الإدارية .

وحدد كلا من(Krajewski and Ritzman،2005)الدوافع الإستراتيجية للحصول على تكنولوجيا المعلومات في الاتي:

- تحقيق المزايا التنافسية، من خلال استخدام المنظمة لتكنولوجيا المعلومات إما عن طريق اعتماد إستراتيجية التمييز أو إستراتيجية قيادة الكلفة المنخفضة.

- التوافق مع الأسبقيات التنافسية، يساعد استخدام تكنولوجيا المعلومات في عمليات المنظمة إلى التأثير على كل أو بعض الأسبقيات ناهيك عن التخلص من بعض التكاليف الإضافية وتحسين جودة المنتج.

- اعتبارات المحرك المبدئي، إذ تتمكن المنظمة من الحصول على حصة سوقية كبيرة بوقت قياسي يصعب من خلاله على المنافسين الوصول إليها.

يتطلب التصنيع الفعال الى إحساس ذكائي ونظم اتخاذ قرارات لها القدرة على الإنجاز الأوتوماتيكي لعدد كبير من الفعّاليات التقليدية التي تنفذ من قبل العنصر البشري والفحص البصري (Visual Inspection)والذي يعدّ واحداً من الأنشطة الأساسية ، الأمر الذي يتطلب نظم فحص مرئية (بصرية) اوتوماتيكية في بيئات التصنيع الفعّال، فضلاً عن حاجته الى تكنولوجيا تمكين ذات فعّالية(Agile-enabling Technologies) مثل أدوات المكائن المرئية، المثبتات المرنة (Flexible Fixturing)، وبدائل التصميم الفعّالة، إن تكنولوجيا المعلومات هي مفتاح التمكينات للتصنيع الفعّال إذ يساند التصنيع الفعّال بواسطة تكنولوجيا المعلومات ويأخذ أشكالاً مختلفة لأعمال مختلفة، ويمكن توضيح بعض نظم تكنولوجيا المعلومات الموجودة في منظمات التصنيع الفعّال كالبرامج التطبيقية الجاهزة (packages) وهي:

- **الجدولة والتخطيط المتقدم (APS) Advance Planning and Scheduling**

حيث يسمح بالجدولة السريعة للأنشطة في مجالات التصنيع والتجهيز لتأكيد أن الخطط دائماً تعكس متطلبات الزبائن ويتم التغلب على قيود الطاقة الإنتاجية والقيود المالية وأوقات الانتظار وتأتي (APS) من خلفية بحوث العمليات والتي لها انعكاسات كبيرة في إدارة التصنيع.

- **أمثلية سلسلة التجهيز (SCO) Supply Chain Optimization**

سلسلة التجهيز المثلى تتأثر بالجدولة والتخطيط المتقدم عند تطبيقها على سلسلة التجهيز بصورة شاملة، وتأخذ بنظر الاعتبار توزيعات المخزون، الموقع، قيود المجهزين، أوقات الانتظار للنقل، فضلاً عن تحديد سلسلة التجهيز المثلى للأعمال ككل.

- **تنفيذ سلسلة التجهيز (SCE) Supply chain Execution**

بما أن الفعّالية تتطلب درجة عالية من الاستجابية والإمكانية فإن نظم تنفيذ سلسلة التجهيز حصلت على معظم الشهرة في السنوات الأخيرة، إن المخازن المعقدة لبرمجيات الجمع والشحن (Shipping and Picking) تعد جزءاً من (SCE) حيث تعمل على تخطيط النقل وتعقب أثر السلع. برمجيات (SCE) الحديثة تنبه على أية اختلافات في الخطة ليتسنى الاتصال بالأفراد المؤهلين لمعالجة هذه المشكلة. إن جدوى سلسلة التجهيز تكون بالتنفيذ خارجياً للمساعدة الكبيرة في إنجاز الفعّالية بصورة حقيقية لمساعد (SCE) ليكون من ضمن التمكينات.

- **إدارة سلسلة التجهيز (SCM) Supply Chain Management**

وهو بصورة عامة عنصر مركب للعنصرين السابقين(SCO،SCE).

- **إدارة علاقات الزبائن (CRM) Customer Relationship Management**

إن (CRM) تقوم بربط شبكة التجهيز الفعّالة مع الزبون، ولها العديد من التطبيقات وتعد البشير للنجاح العالي.

- **إدارة دورة حياة المنتج (PLM) Product Life cycle Management**

هذه لغة اصطلاحية جديدة لإدارة بيانات المنتج تقوم بنشر برمجيات تشاركيه لوظيفة المنتج.

- **التجارة الالكترونية والتجارة عبر الاتصالات E-Commerce and C-Commerce**

إن الحاجة للسرعة والاتصالات في الأوقات الحقيقية عبر الشبكات الداخلية والخارجية تؤكد أن الفعّالية ترتبط مع التجارة الالكترونية أو التجارة عبر الاتصالات والتجارة التشاركية. وهذه تعمل العديد من التكاملات ومتطلبات الاتصالات لتمكين الفعّالية وتقديم الأسعار المقبولة نسبياً.

7- **إدارة المعرفةKnowledge Management:**

إن أساس القدرة هي عملية تكوين الأفكار وتحقيق مستويات عالية من الجودة والإبداع التقني، فإن ما تمتلكه المنظمة من معلومات في أنظمتها الداخلية والمهارات والقدرات العقلية لدى الموارد البشرية تشكل بمجموعها مورداً للمنظمة إذا تم استخدامه بفاعلية وكفاءة بما يؤمن مزايا تنافسية، هناك نوعان رئيسان من نظم إدارة المعرفة:

أ. **نظم ادارة المعرفة الكامنة**: ويتميز بالتوجه للحاضر ويتجه للاستعمال مع قناة الأعضاء (الأطراف) مثل المجهزين للجدول المحكم لعنصر التسليم، تخفيض وقت الدورة، تقليص الخزين، زيادة التكاليف الكلية للإنتاج بالاعتماد على السلوك الحالي للبائعين والمشترين.

ب- **نظم إدارة المعرفة الفعّالة**: توجه للمستقبل وتتجه إلى الاستخدام مع قناة الأطراف لإضافة القيمة للمنتج عندما يمر خلال سلسلة القيمة. نظم إدارة المعرفة الفعّالة يكتسب المنافع ليس فقط تخفيض التكاليف ووقت الدورة لكن كذلك بتطوير قيمة المعرفة باستباق تنفيذ رغبات الآخرين للسلوك المستقبلي البائعين / المشترين.

- **عمليات إدارة المعرفة:**إن المعرفة المشتقة من المعلومات ومن مصادرها الداخلية والخارجية لا تمثل شيئاً إلا إذا تم الوصول إليها والمشاركة فيها وخزنها وتوزيعها والمحافظة عليها واسترجاعها بقصد التطبيق أو إعادة الاستخدام ، وتمت الإشارة إلى العمليات الجوهرية في إدارة المعرفة وهي كالآتي:

أ- **تشخيص المعرفة Knowledge Identification:**

إن أي برنامج لإدارة المعرفة يتطلب تـشخيص المعرفـة وذلـك بغيـة اكتـشاف معرفـة المنظمـة والحاملين لها ومواقعهم، وحدد عدة طرق لتمثيل المعرفة في هيئة قواعد، إذ يتم استخلاص المعرفة من قبل مهندسي المعرفة بواسطة اللقاء مع الخبراء مباشرة أو من الوثائق الفنية وتمثيل المعرفة بالـشبكات المعلوماتية (الدلالية) التي يجري تنصيـصها بطريقـة هندسـية والأسـلوب الثـاني هـو أسـلوب العلاقـة الرسمية بتحويل العبارات اللغوية إلى علامات منطقية من دوال الإسناد باستخدام العلاقة الـصورية إذ يسهل الاستنساخ بهذه الطريقة.

إن إدارة المعرفة تقوم على بعدين هما:

البعد الأول: التميز بين نوعين من المعرفة: المعرفة الصريحة والمعرفة الضمنية، فالمعرفـة تأخـذ شكلين هما:

المعرفة الصريحة (Explicit Knowledge): وهي المعرفة الرسمية النظامية التـي يمكـن تحويلهـا إلى أدلة عمل وتعلـيمات قابلـة للنقـل والتقاسـم في مواصـفات المنـتج أو الـصيغة العلميـة أو برنـامج الحاسوب. ويتميز هذا النوع من المعرفة بأنه مهيكل ومحـدد المحتـوى ولـه مظـاهر خارجيـة ويمكـن التعبير عنه بوسائل متعددة سوءا بالكتابة أو الرسم أو التحدث،وتتيح تكنولوجيـا المعلومـات إمكانيـة تحويلها أو نقلها.

المعرفة الضمنية (Tacit Knowledge): وهي المعرفة غير الرسمية وغـير النظاميـة والتـي تكـون عميقة الجذور في نشاط أو التـزام الفـرد في سـياق محـدد، وهـي صـعبة التـشكل والـصياغة الرسـمية وتتمثل في الموارد البشرية وكيفيـة فهمهـم لـسياق عملهـم لـذا تكـون صـعبة النقـل إلى الآخـرين وأن الطريقة الوحيدة لإدارة المعرفة الضمنية تتمثل في تحفيز الأفراد الذين لديهم خبرة ملائمة عـلى القيـام بتطبيقها. فالمعرفة الضمنية توجد في العقل البشري والسلوك وتشير إلى الحـدس والبديهـة والإحـساس الـداخلي،ومن ثـم فإنهـا شخـصية ويـصعب توثيقهـا أو هيكلتهـا وتتـضمن عنـاصر إدراكيـة وعنـاصر تقنية.المعرفة الضمنية هي معرفة خفيـة تعتمـد عـلى الخـبرة فإنـه مـن الـصعب تحويلهـا مـن خـلال الأجهزة الالكترونية بل يمكن نقلها من خلال التفاعل الاجتماعي.

البعد الثاني: حركة الابتكار أو التطور في المعرفة من خلال ما يمكن تسميته بحلزونية المعرفة: فتطورت المعرفة كما يراها نوناكا (Nonaka) يتمثل في الحركة بين المعرفة الصريحة والضمنية ضمن ما يمكن تسميته بـ (حلزونية المعرفة)، وهذه الحركة يمكن تطبيقها على التعلم في الخطوات الآتية:

الحركة من الضمني إلى الضمني (Tacit to Tacit): ويتم هذا عن طريق التنشئة، التعلم، الملاحظة، التقليد، والممارسة الممثلة والمرمزة بعلاقة الإسناد بالمتدرب الممتهن.

الحركة من الضمني إلى الصريح (Tacit to Explicit): ويتم ذلك عن طريق التجسيد وذلك بإيجاد طرق الهيكلة وتسجيل المعرفة التي يمكن بعدئذٍ تقاسمها في حدود هذا التجسيد مع ملاحظة أن ما يمكن تعليمه يكون أقل ما يمكن تعلمه.

الحركة من الصريح إلى الصريح(Explicit to Explicit) : ويتم ذلك عن طريق الترابط (Combination) وذلك بربط العناصر الحالية للمعرفة المسجلة لتشكيل عنصر جديد من المعرفة بشكل من أشكال التركيب (Synthesis).

الحركة من الصريح إلى الضمني (Explicit to Tacit) : ويتم ذلك عن طريق التذويب، وعند هذه الحركة يحقق الفهم تبصراً وموضوعاً لدمج المعرفة ضمن السياق الخاص.

ب- توليد المعرفة Knowledge Generating:

يقصد بتوليد المعرفة تلك العمليات المتعلقة بالاستيلاء (الفوز) أو شراء أو تكوين أو اكتشاف وامتصاص واكتساب أو الاستحواذ، وجميعها تشير إلى التوليد والحصول على المعرفة .

إن توليد المعرفة يقود إلى توسيعها من خلال مجموعتين من الديناميكيات التي تدفع عملية توسيع المعرفة من المستوى الفردي إلى المستوى الجماعي، أن الحصول على المعرفة يتم من خلال الاستيلاء على (الفوز) بخبرات المنظمة المتراكمة سواء في (الحواسيب، الأرشيف، في عقول الأفراد) وتوزيعها بالشكل الذي يحقق أكبر دفعات إنتاج ومن الضروري تجديد قاعدة المعرفة باستمرار فالهدف من اكتساب المعرفة هو تقديم الوسائل الفاعلة والملائمة للاستيلاء وخزن كل مكونات قاعدة المعرفة، ويتم

توليد المعرفة الجديدة بواسطة أقسام البحث والتطوير والتجارب والتعلم والتفكير الإبداعي.

ت - **تخزين واسترجاع المعرفة Knowledge Storage Retrieval:**

إن تخزين المعرفة واسترجاعها عند الحاجة يمثل عنصراً مهماً من عناصر إدارة المعرفة، وعادة ما يشار إلى هذا العنصر باسم الذاكرة التنظيمية، وتعرف بأنها " الطرق التي من خلالها تؤثر معرفة الماضي وخبراته وإحداثه في الأنشطة التنظيمية الحالية ".

وتصنف إلى نوعين هما: الذاكرة اللفظية (Semantic) وتشير إلى المعرفة الصريحة المصنفة مثل أرشيف المنظمة وتقاريرها السنوية وما شابه ذلك. والذاكرة العرضية (Episodic) وتعني المعرفة المحددة المرتبطة بموقف معين في سياق محدد كاتخاذ القرارات المحددة في مكان ووقت محددين .

وتشمل عمليات خزن المعرفة الاحتفاظ والصيانة والبحث والوصول والاسترجاع ومخازن المعرفة، وهي ضرورية بخاصة للمنظمات التي يكون معدلات دوران العمل فيها عالية . وتعمل أنظمة قواعد المعرفة على تخزين المعرفة من مصادرها المختلفة لاستخدامها في مساعدة الأفراد على العمل بفاعلية .

وأن أفضل الوسائل للبحث والوصول إلى المعرفة تعتمد على مبدأ الإبحار (Navigation) الذي يؤدي إلى اكتشاف الوثائق وبناء معرفة جديدة إذ قد تكون المعرفة مخزونة في عقول الأفراد أو تقارير المنظمة أو في أنظمة وقواعد البيانات .

ث - **توزيع المعرفة Knowledge Distribution:**

تشمل هذه العملية النشر والتوزيع والمشاركة والتدفق والنقل والتحريك. أن توزيع ونقل المعرفة بحاجة الى هيكل تنظيمي وثقافة تنظيمية مساندة لنقلها وتقاسمها في المنظمة، فالمنظمة التي تعتمد على علاقات تقليدية من الرقابة والسلطة تجد صعوبة في نقل المعرفة، إذ هناك صعوبة في تشكيل الجماعات والوحدات الاجتماعية وتفاعلها فيما بينها، كما أن شكل الهيكل التنظيمي له تأثير مباشر على نقل المعرفة، فالهيكل التنظيمي الهرمي القائم على أسس بيروقراطية يتسم بعدم المرونة في نقل المعرفة وتقاسمها

والتشارك فيها، فإصدار الأوامر بنقل المعرفة عبر قنوات رسمية محددة سلفاً لن يسمح بتدفقها بـشكل فعّال .

و هناك أساليب متعددة لتوزيع المعرفة من قبل فـرق المـشروع وشـبكة المعلومـات الداخلية والتدريب من خلال الخبراء في المنظمة والاجتماعات والندوات والحلقات النقاشية ووكلاء المعرفة.

وطرح الـبعض نمـوذج الوكيـل التكنولـوجي الـذي يتـولى نقـل وتوزيـع المعرفـة عـبر الصناعات المختلفة. ولابد من توفر شروط لنقل المعرفة منها، توفير الوسائل وأن تكون هذه الوسائل مدركة ومتفهمة لهذه المعرفة وقادرة على نقلها وتوفر الحـوافز لنقلهـا مـع تجنـب المشكلات والصعوبات .

ح- **تطبيق المعرفةKnowledge Application:**

إن تطبيق المعرفة تسمح لعمليات التعلم الفردي والجماعي الجديـدة التـي تـؤدي إلى ابتكـار معرفة جديدة ولذا تسمى عمليات إدارة المعرفة بالحلقة المغلقة. إذ يتضمن تطبيق المعرفة الاستعمال وإعادة الاستعمال حيث وفرت التقنيات الحديثة وخاصة الانترنت المزيد من الفرص لاستخدام المعرفـة وإعادة استعمالها في أماكن بعيدة عن مكان توليدها، وقد استخدمت عدة أسـاليب لتطبيـق المعرفـة منها الفرق المتعددة الخبرات الداخلية، مبادرات العمـل، مقترحـات الخبـير الـداخلي، اعـتماد مقـاييس الرقابة على المعرفة.

قائمة المصادر

اولاُ: المصادر باللغة العربية

1- السمان ، ثائر احمد سعدون،)2008)، **التكامل بين استراتيجيات التصنيع الفعّال وأساليب التصنيع الرشيق وأثرهما في تعزيز الأداء العملياتي**، اطروحة دكتوراه، جامعة موصل

2- العبادي، شهلة سالم خليل، (2005)، **نظام التصنيع بالاستجابة السريعة(QRM) وافاق تطبيقه** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة الموصل.

3- صلاح الدين عواد كريم الكبيسي (2002) ، **إدارة المعرفة وأثرها في الإبداع التنظيمي : دراسة استطلاعية مقارنة عينة من شركات القطاع الصناعي المختلط**، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية الإدارة والاقتصاد،الجامعة المستنصرية، بغداد.

4- عفاف حسن هادي الساعاتي (2000) ، **نظام الايصاء الواسع وآفاق تطبيقية في الصناعة العراقية** : دراسة استطلاعية لآراء عينة من مديري المنظمات الصناعة العراقية ، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية الإدارة والاقتصاد،،جامعة بغداد.

ثانياً: المصادر باللغة الانكليزية

1- Dahmardeh، Banihashemi and Nazar ، Seyyes Ali، (2010)،**Organizational Agillity and Agile Manufacturing**،Europen Journal of Economics Finance and Administrative Sciences، Issue 27.

2- Gunasekaran A. and Yusuf Y.، (2002)، **Agile Manufacturing: A Taxonomy of Strategic and Technological Imperatives**، International Journal of Production Research، Vol. (40)، No. (6).

3- Gunasekaran.A، Agile manufacturing :endblers and an implementation frame work، International Journal of Production Research، Vol 36، No.5.

4- Hamid Noori and Russell Radford، (1995)،**Production and Operation Management (Total Quality and Responsiveness)**، McGraw-Hill، Inc.، New York، 52.

5- Luis M. Sanchez ;Rakesh Nagi،(2001)،**A review of agile manufacturing systems**، International Journal of Production Research، 39(16).

6- Manivelmuralidaran. V، (2015)،**Agile Manufacturing - An Overview**، International Journal of Science and Engineering Applications Volume 4 Issue 3.

7- Paul T. Kidd، (1994)، Agile Manufacturing،**Forging New Frontiers Addison-Wesley publishing company**، Inc.، New York،24.

8- Robin Johnson and Thurston، Flieabeth، (1997)،**Achieving Empowerment using the Empowerment Strategy Grid**، Leadership and Organization Development Journal، Vol. 18، No. 2، 73.

9- Sanchezy، Nagi and Luis M. Rakesh، (2001)،**A review of agile manufacturing systems**، int. j. prod Vol. 39،No. 16.

10- Wang.Z.Y.،Rajkumar.K.P.، Kapoor.A.، (1996)،**Architecture for agile manufacturing and its interface with computer integrated manufacturing**، Journal of Materials Processing and Technology، 61(1)

الفصل السابع

نظام التصنيع بالاستجابة السريعة

Quick Rspons Manufacturing (QRM) System

الفصل السابع

نظام التصنيع بالاستجابة السريعة

Quick Rspons Manufacturing (QRM) System

تمهيد..

ظهرت في العقد الأخير من القرن العشرين خصائص جديدة لبيئة التصنيع كالميزات التنافسية والتنويع العالي للمنتوج وعدم التجانس السوقي، وتجزئة الأسواق والطلبات وكذا قصر دورة حياة المنتج والدورة التطويرية. الأمر الذي جعل ظهور نماذج إنتاج تستوعب تلك الخصائص ضرورة ملحة لا يمكن تجاهلها، فظهرت فلسفة الإيصاء الواسع (Mass Customization) وأحد أساليب تنفيذها هو نظام التصنيع بالاستجابة السريعة (QRM) .

اولاً / نشأة وتطور نظام (QRM)

تباينت الآراء حول ظهور استراتيجية التصنيع بالاستجابة السريعةحيث تؤكد الكثير من المصادر ان نظام (QRM) يكتشف جذوره في استراتيجية المنافسة على أساس الوقت (Time Based Competitive TBC)، حيث ان من المبادئ الأساسية لـ (TBC) هي استخدام السرعة بغية الحصول على الميزة التنافسية. إذ ان المنظمة التي تستخدم هذه الاستراتيجية تستطيع تسليم المنتج أسرع من منافسيها، ويُشار الى ان اليابانيون قد قاموا خلال فترة الخمسينات بتنفيذ نموذج ناجح في شركة (Toyota) يحاكي في مضمونه فكرة الاستجابة السريعة للطلب وكذلك التحول نحو ما تحققه التطورات التكنولوجية في منتجاتها المستهدفة.

ويبين (Cynthia) بأن استراتيجية (QRM) انبثقت من خلال فكرة بدأت بتنفيذها الجمعية الأمريكية لمصنعي الملابس (American Apparel manufacture's) خلال الثمانينات بهدف زيادة مستوى الأرباح، إذ تتضمن الفكرة أداء العمليات بالكيفية التي تتيح الاستجابة السريعة لطلب الزبون وقبل ذلك رغبته .

ويشير (Lindsay) الى ان هذا النظام تم تطويره في الولايـات المتحـدة وفي جامعـة (Wisconsin Madison)، وهي نتيجة للمحاولات العديدة متمثلة بالبحوث والدراسات وكذلك المحـاضرات في مجـال استراتيجية المنافسة على أساس الوقت ومنذ عام 1980، وتبلورت منها مبادئ قابلة للتطبيق في خطـوط الإنتاج. وفي عام 1993 تم تأسيس مركز متخصص بالتـصنيع بالاسـتجابة الـسريعة مـن قبـل البروفـسور (Rajan Suri) وذلك من أجل تطبيق تقنية (QRM). ويضم المركز (40) شركة صـناعية كأعـضاء لتنفيـذ وتطوير هذه التقنية.

وهناك عدة عوامل ساهمت في تطوير هذا النظام واستخدامه الفعلي الواسع، وهذه العوامـل هي ماياتي :

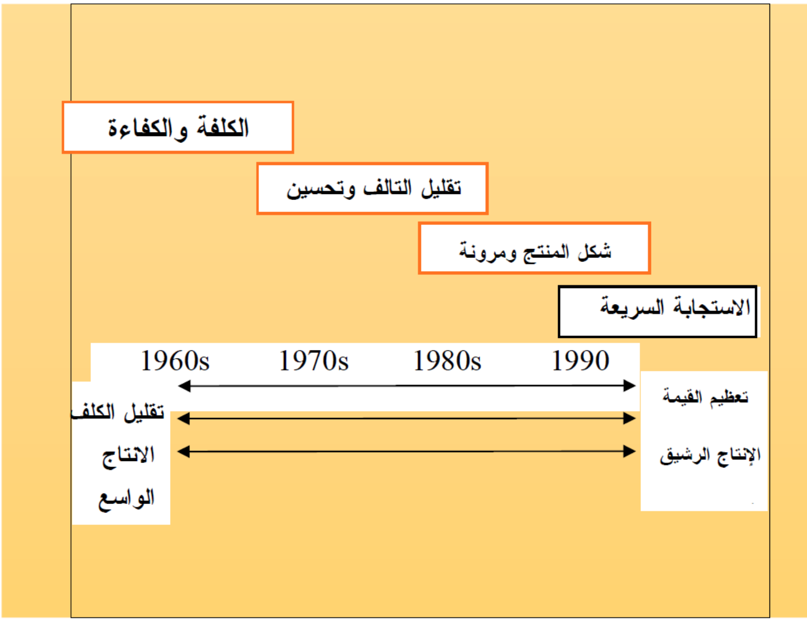
1- التطورات الهائلة في مكونات الحاسـوب وأجهـزة الاتـصالات لتحقيـق الـسيطرة الكفـوءة عـلى انـسياب المعلومـات، وذلـك مـن خـلال اسـتراتيجية تبـادل المعلومـات الكترونيـاً وإتاحـة كافـة المعلومات عن المنتج أو الخدمة أمام الزبون.

2- الإمكانات المتطورة للـشركات الـصناعية في توظيـف المعلومـات للتوسـع جغرافيـاً وثقافيـاً والامتداد عبر الحدود التنظيمية، يساعدها في تحويل البيانـات إلى معلومـات، والمعلومـات إلى معرفـة، والمعرفة إلى نشاطات تصنيع بهدف الاستجابة لرغبات الزبون وبسعر ملائم.

3- استبدال نظم الإنتاج والعمليات التقليدية وكذا نظام الإنتاج الرشيق بنظام أكـثر كفـاءة في الأداء لخدمة بيئات التصنيع في القرن الواحد والعشرين (21). الأمر الذي ساعد في تهيئة البيئة الملائمـة للتركيز على تقنية المعلومات في الاستجابة السريعة لرغبات الزبائن.

وتـساهم شركـة (Network Dynamics) في تطـوير اسـتخدامات نظـام (QRM)، في الكثـير مـن المنظمات الصناعية وذلك من خلال توفير برمجيـات مـصممة وفـق مبـادئ (QRM) وتـرتبط المنظمـة صناعياً مع الزبائن والمجهزين عبر شـبكة اتـصالات. وبـذلك تحقـق تـصميم أسرع وتـصنيع منتوجـات منفردة (Discrete product).

والـشكل الاتي يوضـح تسلـسل التطـورات في إدارة الإنتـاج والعمليـات ومرحلـة ظهـور نظـام (QRM).



الشكل (1)

تطور إدارة الإنتاج والعمليات ومرحلة ظهور نظام (QRM).

ثانياً / مفهوم وفلسفة نظام(QRM)

- **مفهوم نظام (QRM)**

يعد التصنيع بالاستجابة السريعة بأنه نظام يوفر المرونة والسرعة في بيئة دائمة التغير لهياكل القوة العاملة والعمليات التصنيعية والتقنيات بهدف تلبية احتياجات الزبائن وبما يرغبون به بشكل اسرع من المنافسين.

ويبين (Tubino) بان التصنيع بالاستجابة السريعة استراتيجية تطبيقية شاملة تتضمن نزعة فكرية تسعى الى تحقيق التخفيض الشديد للمهل الزمنية في النشاطات التفصيلية للإدارة، وطرق التصنيع وتقنيات التحليل وبمنهجية ذات خطوات متسلسلة للوصول إلى التخفيض المرغوب في المهل الزمنية.

ويرى اخرون بان نظام (QRM) نظام إنتاج مرن، يهدف أساسا إلى الاستجابة السريعة لطلبات الزبائن الشخصية مستخدماً تقنيات الإنتاج المتطورة وتكييفها مع تقنيات المعلومات وأجهزة الاتصالات الكفوءة للوصول إلى تنويع عالي للسلع والخدمات وإنتاجها وتسليمها بأسرع وقت واقل كلفة.

ويبين (Suri) انه لبغية الوصول إلى إدراك عميق لمفوم نظام (QRM) لا بد من التمييز بين مجالين في تعريفه :

1-**المجال الخارجي (Externally context)**

يختص بمعنى النظام وكما يدركه الزبون أو المتعاملين مع المنظمة إذ تعني (QRM) الاستجابة السريعة لحاجات الزبائن من خلال التصميم والتصنيع السريع للمنتوج على وفق المواصفات المطلوبة وتسليمها بأسرع وقت ممكن.

وقد يظهر هذا المفهوم أو التعريف مطابقاً لأهداف معظم نظم الإنتاج المعاصرة والتي ظهرت خلال الثمانينات والتسعينات من القرن العشرين. فمثلاً نظام (JIT) يهدف إلى تقديم المنتجات بجودة ملائمة لطلبات الزبون، وكذلك في التصنيع الرشيق (Lean Manufacturing) الذي يرتبط ارتباطاً وثيقاً مع نظام (JIT). إذ تم استخدام النظامين معاً وبما يسمى بنظام التصنيع الآني/ الرشيق، فضلاً عن نظام الايصاء الواسع، إلا ان مفهوم (QRM) يتفوق بأهدافه تلك النظم والتي تظهر لأول وهلة أنها متشابهة.

2- **المجال الداخلي (Internally context)**

ينظر إلى النظام من خلال استخدام المنظمة لعمليات تصنيعية لإنتاج المنتجات داخل المنظمة، مع التركيز على تخفيض المهل الزمنية لجميع المهمات والأعمال وتحسين جودة المنتجات وتدنية الكلف والخزين، كل ذلك للوصول إلى تحقيق الاستجابة السريعة.

ويعتمد نظام (QRM) الطرق الثلاث(قيادة المنتج، العمليات التشغيلية ذات الجودة والكفاءة، التكامل مع الزبون).مع تبني مبادئ التحسين المستمر بهدف تخفيض المهل الزمنية. ومـن أبـرز هـذه المبـادئ هـي المرونـة التنظيميـة والتـي تتمثـل بإعـادة التنظـيم (Reorganization) وإعـادة الهيكلـة (Restructure) وإعادة التفكير (Rethinking) للنـشاطات ؛تـصميم المنـتج ، تـصميم العمليـة ، الهيكـل التنظيمي.

وعند التطرق الى مفهوم نظام (QRM) لا بـد مـن التطـرق الى اربعـة مفـاهيم اساسـية لهـذا النظام وهي :

أ- **تحقيق قوة الوقت Realizing the Power of Time**

هناك حقيقة مفادها أن الوقت هو المال، ولكن الوقت في الواقع هو أكثر من المال وتـم ادراك هذا الامر لاسيما بعد استخدام مبادئ QRM، وتم تخفيض وقت إنتظار المنتج الى أكثر من 80٪. ونتيجة لذلك، استحوذتRenewAireالمنظمة المصنعة لنظم الطاقة المخصصة للتهوية بأستعادة وزيادة حـصتها في الـسوق، وهـي شركـة صـغيرة تتنـافس مـع عمالقـة الـصناعة تـضاعفت إيراداتهـا مـن (2.4)بـين عامي2003)إلى 2008.(في الوقت نفسه، فإن المنظمةاحرزت تحسناً كبيرا في إنتاجيتها.

ب- **إعادة النظر في الهيكل التنظيميRethinking Organizational Structure**

يتطلّب وقت الإنتظار المنخفّض إعادة التفكير في الهيكل التنظيمي، اذ انـه لا يمكـن ان نحـصل على 80-90 % من التخفيضات اذا لم يتم الاخذ بنظر الاعتبار الجوانـب الرئيـسية والتـي تعـد مفـاتيح الهيكل التنظيمي لتحقيق الاستجابة السريعة.

ت- **الفهـم وإسـتغلال مبـادئ ديناميكـة النظـام Understanding And Exploiting System Dynamics Principles**

هذا المفهوم الرئيسي يساعد المدراء على فهم ديناميكيا النظام والتي تؤثّر على اوقات الانتظار. اذ ان الفهم السائد لإداء الوظائف بشكل كفوء هو يجب أن نبقي العمال و المكائن في حالة الانـشغال دائما ، هذا التفكير الخاطئ ينجم عن تفكير أساسه الكلفة: حيث انه لتقليـل الكلفـة يجـب أن تـضمن بأنّ كلّ مصدر هو مستعمل قدر المستطاع ، فالمغالطة في هذا التفكّيرهو انه بينما المصادر تصبح أشـدّ زحمة، فانها تخلق أزمات إنتظار متزايدة للوظائف.

ثالثا/ مكونات نظام (QRM) وفوائده

يصف (Pine) التصنيع بالاستجابة السريعة بأنه أحد أفـضل المـداخل لتطبيـق فلـسفة الايـصاء الواسع. وذلك من خلال سلسلة القيمة (Valuechain). إذ ان إلزام عملية التـسليم للاسـتجابة لرغبـات الزبائن وبسرعة تبدأ برد فعل سلسلة مـن الإجـراءات تبـدأ مـن مركـز عمـل التـسليم وتمـر بعمليتـي التسويق والإنتاج وتنتهي بعملية التطوير، وتتضمن الإجراءات قيام كل مركز بإجراء تغيـيرات وبدرجـة كبيرة من خلال تخفيض أوقات الدورة وزيادة التنويع لغـرض تقـديم كـل مـا تحتاجـه الزبـائن، ولقـد عرفت عملية تخفيض أوقات الدورات هذه بالمنافسة على أساس الوقـت. ومـن الواضـح أنـه لا يمكـن الاعتماد على استراتيجية الوقت فقط بدون الاندماج والتكامل ومن خلال سلسلة القيمـة ومـع تجزئـة السوق إلى أسواق غير متجانسة والتنويع العالي والايصاء الفردي (Personality Customization)،كل ذلك باستخدام تقنيات المصنع الفعال .

ويجمع نظام (QRM) بين الأداء العالي والتحسين المستمر مع استخدام تقنيـات متقدمـة مثـل التصميم والتصنيع بواسطة الحاسوب (CAD/CAM)، فضلاً عن استخدام تقنيات متقدمـة للمعلومـات وتبادلها الكتـرونياً. ويسـتعين النظام كذلك بتقنيـة جديـدة تـسـمى (POLCA CART) للـسيطرة عـلى الاحتياجات من المواد مع استخدام نظام (HL/MRP). وتؤشر دراسات تطبيقيـة عديـدة مجموعـة مـن المنافع تحققت من تطبيق نظام (QRM) وكالآتي:

- تخفيض المهل الزمنية (80-90%).
- تخفيض كلف المنتج (15-30%).
- تحسين أداء التسليم (60-99%).
- تقليل الفاقد الصناعي وإعادة التشغيل بنسبة 80% أو أكثر.
- تقديم أسرع لمنتوجات جديدة إلى السوق.
- زيادة المزايا التنافسية وزيادة الحصة السوقية.
- تقليل النشاطات التي لا تحقق قيمة مضافة.
- تخفيض الاستثمارات المالية.

مما تقدم يمكننا ان نستنتج بأن مفهوم (QRM)، يتجسد بالاستجابة السريعة لحاجات الزبائن والقيام بعمليات التصميم والتصنيع على وفقها، والتسليم بالسرعة التي يرغبون الزبائن بها .

رابعا/مبادئ نظام (QRM)

نظام(QRM) وجد جذوره في استراتيجية المنافسة على أساس الوقت (TBC)، والتي تم توثيقها من قبل العديد من الكتاب، ويسعى نظام (QRM) إلى التخفيض الشديد للمهل الزمنية والذي يكون له التأثير الكبير وعلى المدى الطويل في جميع نشاطات الإنتاج للمنظمة الصناعية. وبالرغم من ان نظام (QRM) يعتمد فكرة السرعة في تقديم المنتجات للحصول على المزايا التنافسية والمقترحة من قبل استراتيجية (TBC). إلا أن نظام (QRM) يذهب ابعد من أهداف (TBC) بعد إدخال تحسينات الى فلسفته وكالاتي:

1. التركيز فقط على قطاع التصنيع، الأمر الذي يساعد في تحديد المفاهيم واستحداث مبادئ خاصة للشركات الصناعية.
2. الاستفادة من مزايا المبادئ الأساسية لديناميكية نظم التصنيع لتوفير تبصر أفضل حول إعادة تنظيم للمنظمة وبهدف تحقيق الاستجابة السريعة.
3. تحليل الاعتقادات الخاطئة (Misconceptions) عند المدراء بشأن تطبيق

الاستراتيجيات على أساس الوقت.

4. تطوير المراحل المعتمدة للتخطيط والسيطرة على المواد الأولية ومستلزمات الإنتاج.

5. استحداث طريقة جديدة لقياس الأداء في إطار استراتيجية شاملة ذات مبادئ تغطي جميع المظاهر التصنيع في المنظمة.

هنا وتعمل استراتيجية التصنيع الاستجابة السريعة (QRM) مع عشرة مبادئ أو قواعد تأتي كبدائل لاعتقادات أو أفكار متأصلة في المداخل التقليدية للإنتاج. اذ تؤكد نتائج التطبيق لنظام (QRM) في العديد من المنظمات ان هناك اعتقادات وأفكار خاطئة لدى المدراء والعاملين تؤثر سلباً على كفاءة التطبيق، ومن هذه القواعد نؤشر الاتي:

أولا:- يعتقد المدراء في المنظمات التي تتبنى المداخل التقليدية بأن إنجاز الأعمال بسرعة يتطلب عمل كل فرد داخل المنظمة بطريقة أسرع وبجهد اكبر وساعات عمل أطول بينما يركز نظام (QRM) على:

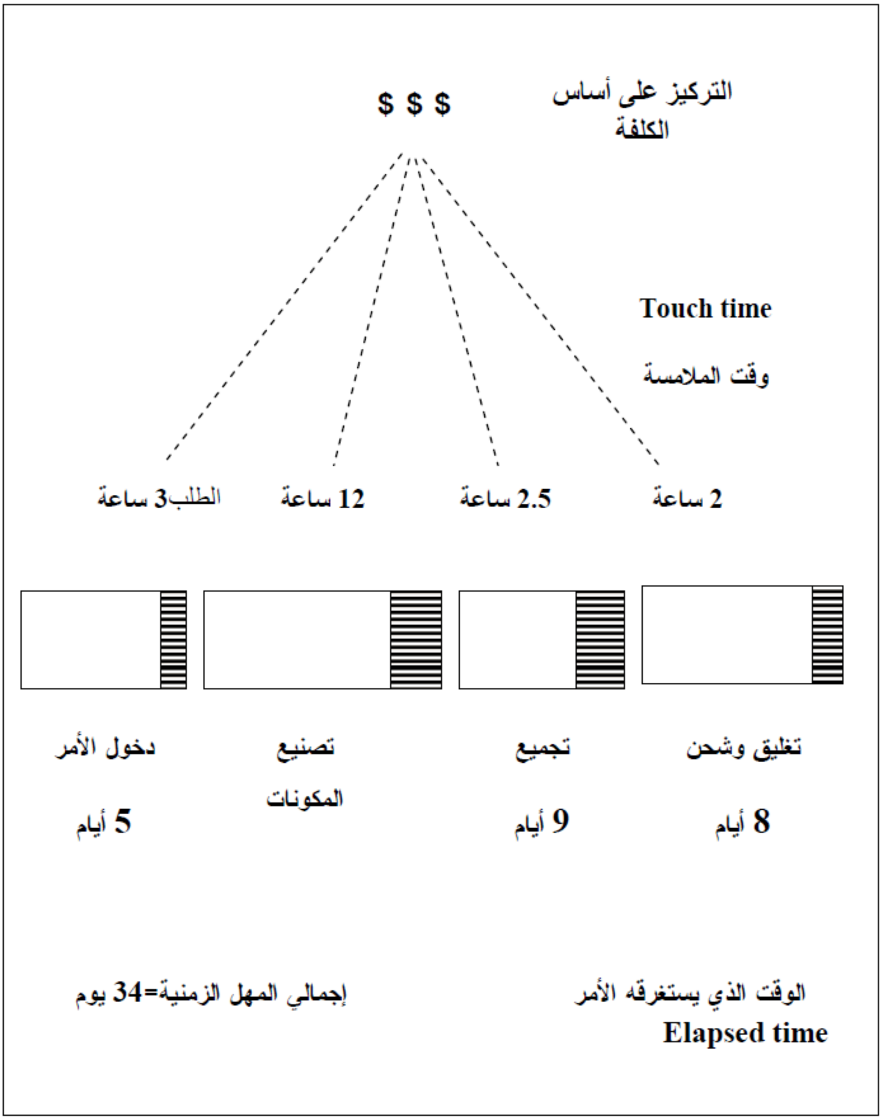
(ايجاد الطرق الجديدة والشاملة لتكملة العمل مع التركيز على تدنية المهل الزمنية).

للتعرف على أهمية هذا المبدأ،يوضح الشكل (2) الذي يعالج أمر عمل معين، إذ نلاحظ أن زمن الملامسة (Touchtime) يمثل الزمن الفعلي لإنجاز العمل ويتم مقارنته مع الزمن المنقضي منذ إطلاق الأمر (Elapsed time). حيث لا يتجاوز زمن الملامسة يومين من أربعة وثلاثين يوماً كزمن منقضي، ففي الوقت الذي تركز المداخل التقليدية على تخفيض زمن الملامسة فان (QRM) يركز على تخفيض الزمن الإجمالي المنقضي.

وبطبيعة الحال فإن المنظمات الصناعية التقليدية غير مهيئة تصميمياً لإدارة إجمالي زمن الملامسة فالهياكل التنظيمية، الأنظمة المحاسبية ونظم الحوافز تعتمد على إدارة الحجم/ الكلفة، وان من ابرز سماتها هي الأقسام المتخصصة والزمن المتراكم للاستجابة (Response time spiral) التي بدورها تعد حواجز كبيرة لتطبيق نظام (QRM). وضمن العملية الإنتاجية هناك أوامر عمل ذات أوقات معالجة قصيرة فتعالج أولا وذلك

وفق قواعد الأسبقيات وفي الوقت نفسه تدفع الأوامر الاعتيادية إلى الانتظار مسبباً إطالة ونمو للزمن المتراكم الاستجابة لهذه الأوامر.

لذا فإن تخفيض الزمن المتراكم للاستجابة يتطلب إعادة التفكير كلياً بتنظيم تسهيلات الإنتاج، وتجهيز المواد الأولية، لتنظيم العمل المكتبي بجميع أشكاله. والنتيجة هي اعتماد منظمة خلوية (Cellular Organization) وفي كل المكاتب وعلى مستوى عمليات الإنتاج، بحيث أن كل خلية تهدف إلى التركيز على جزء من السوق. وكذلك استخدام مدخل جديد للتخطيط والسيطرة على المواد الأولية مع استراتيجية جديدة للمجهزين. هذا بالإضافة إلى أن معظم المنظمات تواجه مشكلات عديدة عند تبنيها للتنظيم الخلوي، إلا أن نظام (QRM) يوفر منظور جاهز لتطبيق الخلايا مع توحيد ومفاعلة مبادئ الإدارة مع القواعد الهندسية لجعل التصنيع بشكل خلايا. ويقترح (QRM) استخدام طرق تشغيل جديدة مثل تقسيم وقت المعالجة بشكل شرائح او أجزاء (Time-Slicing) والتي تختص بمساعدة خلية معينة بمشاركة خلية أخرى واستخدام مواردها.



شكل (2)

مقارنة بين مدخل على أساس الكلفة وعلى أساس الوقت

ثانياً:- تشير المداخل التقليدية على أن: إنجاز العمل بسرعة يتطلب بقاء العاملين والمكائن مشغولة طوال الوقت المتاح، ويركز(QRM) بهذا الصدد على:

(خطط لتشغيل الموارد الحرجة بمستوى 70% إلى 80% من الطاقة المتاحة).

يتضمن هذا المبدأ إعادة التفكير في السياسات المتعلقة بالانتفاع من الطاقة مع التأكيد على تشغيل الموارد الحرجة بطاقة 70% إلى 80%، وذلك لما للتشغيل بنسبة 100% من مشكلات تتمثل بزيادة صفوف الانتظار أمام مراحل الإنتاج، فضلاً عن زيادة وقت الانتظار للأعمال أمام الموارد وبالتالي زيادة المهل الزمنية لأوامر العمل.

ويوضح (QRM) كيف أن كلف إطالة المهل الزمنية تزيد كثيراً على كلف الطاقة غير المستغلة وعلى مستوى العمل ككل. فضلاً عن ان الطاقة غير المستغلة وفي احيان كثيرة تخدم كاستثمار استراتيجي لزيادة المبيعات وتحسين جودة السلع المنتجة وتخفيض التكاليف.

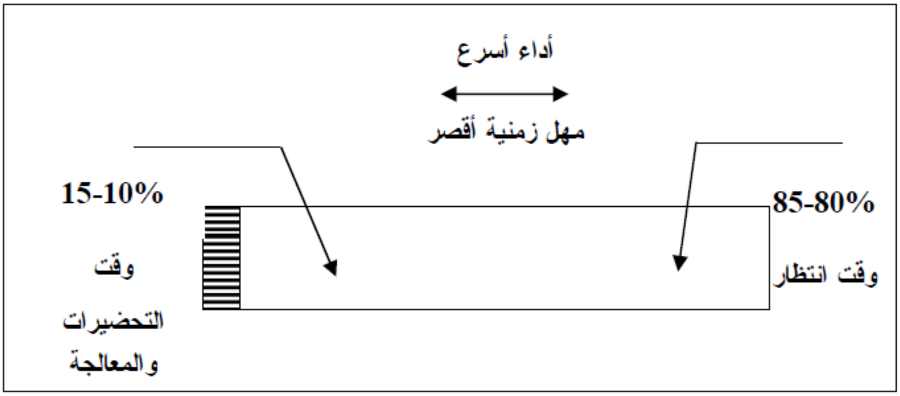
ثالثاً:- بغية تخفيض المهل الزمنية يتطلب تحسين الكفاءة بينما يركز (QRM) على:

(قياس التخفيض في المهل الزمنية وجعله مؤشر رئيس للأداء مع تجاهل مقاييس الكفاءة واستغلال طاقات المكائن).

إن المشكلة في الاعتقادات التقليدية لا تعزى إلى مفهوم الكفاءة، ولكن يمكن القول أن معظم مقاييس الكفاءة تعمل بشكل مضاد لمفهوم تخفيض المهل الزمنية. وكثيراً ما كان الغرض من تبني دفعات بأحجام كبيرة هو زيادة الوقت المثمر من طاقة المكائن وهو بدون شك يخدم أحد مؤشرات الكفاءة.

ومما تجدر الإشارة إليه نظام تكنولوجيا الانتاج الأمثل (Optimize Production Technology) في إحدى قواعده أحدث تغييراً في مفهوم وطرق قياس الكفاءة واستغلال الطاقات السائد حيث وضح ان تحسين الكفاءة من خلال إبقاء المكائن تعمل طوال الوقت المتاح يسبب مشكلات تعيق الانسياب الكفء للمواد والأجزاء خلال مسار العمليات وذلك من خلال زيادة تراكم الخزين أمام المكائن وخاصة الحرجة منها. لذا فقد ركز (OPT) على تشغيل المكائن الحرجة بنسبة قريبة من (100%) وتشغيل المكائن غير الحرجة وفق جدولة المكائن الحرجة .

ففي حالة دراسية لتطبيق (QRM) يتبين تخفيض المهل الزمنية من 36 يوم إلى 6 أيـام باعتبـار المهل الزمنية مقياس رئيس للأداء.



الشكل (3)

تخفيض المهل الزمنية

ولتطبيق هذه الفكرة، يعد من المهم لجميع العاملين خاصة المدراء التنفيذيين استيعاب القـوة المحركة لعمليات الإنتاج في المصنع. والتي تتحقق من خلال دراسة التفاعل بين مؤشر اسـتغلال الطاقـة ومؤشرات الكفاءة وسياسات حجم الدفعة وتأثير ذلك كله في المهل الزمنية.

ويتضح من نظريـة (QRM) أن أحجـام الـدفعات الملائمـة للاسـتجابة الـسريعة تحمـل علاقـة ضعيفة إلى القيم المحتسبة من معادلة حجم الدفعة الاقتصادية (EOQ)،والتي لم تأخذ بنظر الاعتبـار كلفـة الدفعـات ذات الأحجـام الكبيـرة، مع تجاهل قيمة الاستجابة (Valueofresponsiveness)، عليه لا يمكن التنبؤ بحجم مثالي لدفعة الإنتاج من قبل نظام (MRP) يلائم مبـادئ (QRM)، طالمـا كـان نظـام (MRP) يفترض مهل زمنية ثابتة دون النظر إلى زخم العمل.

رابعـاً:- إعطـاء أهميـة كبـيرة إلى أداء التـسليم في الوقـت المحـدد مـن قبـل جميـع الأقـسام والمجهزين.ازاء ذلك يشير (QRM) إلى:

(احرص على قياس التخفيض في المهل الزمنية وتحفيز عملية التخفيض باستمرار)

تتفق جميع الكتابات على أن التسليم في الوقت المحدد يعد حجر الزاوية في نظام (JIT)، حيث أن الأداء في الوقت المحدد هو هدف النظام ومقياس أساسي للأداء فيه. إذ تميل أقسام الإنتاج داخل المصنع والمجهزين خارجها إلى إطالة المهل الزمنية بدلاً من تخفيضها. ويكون هناك مبالغة في إطالتها بغية تحقيق ما يسمى بالتسليم في الوقت المحدد. ونتيجة لذلك يظهر التأثير المتراكم للوقت خلال مراحل الإنتاج. ومع نظام (QRM) تهدف التغيرات التنظيمية إلى تخفيض المهل الزمنية يدعمها مقاييس أداء غير مألوفة تسمى معايير نظام الاستجابة السريعة والتي تقيس التخفيض في المهل الزمنية من خلال إزالة التأثيرات المتراكمة، وكذلك تنعدم معها مشكلات المجهزين.

خامساً:- استخدام (MRP) لتخطيط وتنظيم الاحتياجات من المواد يساعد في تخفيض المهل الزمنية.بينما يؤكد (QRM) ان:

(استخدام نظام (MRP) للتخطيط في المستويات العليا وتنظيم الاحتياجات من المواد الأولية،إعادة هيكلية المنظمة الصناعية بصورة خلايا صناعية بسيطة وموجهة للمنتوج (Product-Oriented)، ويكمل ذلك أسلوب جديد للرقابة على المواد الأولية يجمع ما بين ايجابيات لنظامي الدفع والسحب).

عليه يمكن لنظام (MRP) المساعدة في تجهيز المواد الأولية ولكنه لن يتمكن من معالجة مشكلة المهل الزمنية، إذ أن أساسه يقوم على فكرة التدفق. وكذا فإن افتراضه لثبات المهل الزمنية يقود إلى النمو في أزمنة الاستجابة في ظل ظاهرة الزمن المتراكم. وهذا ما قاد إلى استحداث استراتيجية رقابة جديدة على المواد الأولية تسمى (POLCA) تجمع بين ايجابيات نظامي الدفع والسحب مع توفير مرونة عالية في الإنتاج لمراكز العمل التي تمثل خلايا مستقلة تقودها فرق العمل المهتمة بآليات وأحكام الاستجابة.

سادساُ:- طالما كانت المهل الزمنية الطويلة تحتاج إلى دفعات بأحجام كبيرة، فإنه يجب التفاوض مع المجهزين بصدد خصم الكمية .

(تحفيز المجهزين لتطبيق (QRM) والتي ينتج عنها التعامل مع دفعات بأحجام صغيرة وبكلفة اقل وجودة أعلى ومهل زمنية قصيرة).

إن مضمون هذا المبدأ هو مغادرة المفاهيم التقليدية التي ترى في شراء الكميات الكبيرة فرصة لتخفيض إجراءات الشراء وربما الحصول على أسعار تفاضلية. ولكن الواقع يشير إلى ان مثل هذه الفلسفة تولد ممارسات وظيفية غير مرغوبة تستجيب للوقت المتراكم الذي يزداد بسياسات الشراء التقليدية.

وأخيراً فإن جدولة حركة التجهيز والعمليات على وفق الدفعات الصغيرة يتطلب مشاركة عالية من المجهزين والزبائن لتأمين الإسناد الذي يحفزه ما يمكن ان يتحقق من خلال تطبيق (QRM) والمتمثلة بانخفاض كبير في الكلف فضلاً عن تحقيق جودة عالية ومهل زمنية أقصر.

سابعاً:- تشجيع الزبون لشراء المنتجات بكميات كبيرة للاستفادة من خصم الكمية أو سياسة تخفيض الأسعار

(تعليم الزبائن ببرنامج (QRM) والتفاوض على جدولة التحويل باتجاه دفعات بأحجام صغيرة وبأسعار معقولة).

عندما تكون سياسات المبيعات في المنظمة تتضمن خصم كمية، فإن اتجاه الزبائن للشراء بكميات كبيرة سيؤدي إلى تخفيض أداء التسليم للمنظمة وهذا بدوره يعد عامل إضافي للتشجيع للشراء بكميات كبيرة. بينما تقوم المنظمة التي تطبق (QRM) بصياغة مشاركة أو تحالف استراتيجي (strategic Partnerships) مع الزبائن وتوضيح كيف ان (QRM) سوف يسمح لهم بالحصول على دفعات بحجم صغير وبكلف أقل ومهل زمنية أقصر.

ثامناً:- تطبيق نظام (QRM) يحتاج إلى تكوين فرق عمل داخل كل قسم في المنظمة في حين يشير (QRM):

(إزالة الحواجز بين الوظائف بتكوين خلايا مكتبية ذات استجابة سريعة وهي حلقات مغلقة متسلسلة متعددة الوظائف، تضم فرق عمل مدربة مسؤولة عن مجموعة منتجات تهدف إلى التركيز على حصة سوقية مستهدفة وتساند تلك الحلقات عملية اتخاذ القرارات الضرورية).

تحقق فرق العمل على وفق الاعتقادات التقليدية تحسين في جودة المنتج، ولكنها تساهم قليلاً في تخفيض المهل الزمنية وبالتالي لا تخدم أهداف نظام (QRM). في حين يتسم فريق العمل وفق فلسفة (QRM) بأنه يعمل مع خلايا مكتبية ذات استجابة سريعة وتحقق تخفيض مهم في المهل الزمنية للأعمال وذلك من خلال تقدير الكلف، التسعير، معالجة الأوامر. وعلى سبيل المثال استطاعت شركة (Ingersoll) ومن خلال تطبيق (QRM) تخفيض المهل الزمنية لعمليات التصميم ومعالجة الأوامر من (10) أيام إلى نصف يوم.

هذا وإن الحلقات المغلقة تنطوي على جميع الخطوات المطلوبة والتي يمكن إنجازها ضمن الفريق بعد إزالة جميع الحواجز بين الوظائف وتغيير هيكلية التقارير. وهذا لا يعني تطبيق لإعادة الهندسة ولكنه يتمثل باستخدام مبادئ ديناميكية للنظام عند تصميم الخلايا المكتبية وتوفير مواصفات هندسية مع المبادئ والسياسات الإدارية للمنظمة، مضافاً إليها تغييرات في مؤشرات تقييم الأداء وتبني مدخل استراتيجي شامل عليه فإن (QRM) يذهب ألى ما ابعد من إعادة الهندسة.

تاسعاً:- إن السبب في تطبيق (QRM) هو إمكانية فرض سعر أعلى للأعمال المستعجلة في حين يؤشر (QRM):

(السبب الرئيس لتطبيق نظام (QRM) هو تحقيق رشاقة حقيقة وفعالة للمنظمة الصناعية مع مستقبل أكثر أمناً).

هذا وقد يقوم الزبائن بدفع سعر أكثر نتيجة السرعة في التجهيز، ويؤدي هذا الى نتائج جيدة واستجابة أفضل للمدى القصير ولكنه في نفس الوقت لا يعني أنه السبب الأساسي للاتجاه نحو تطبيق (QRM).

وبطبيعة الحال فإن البحث عن طرق التخفيض للمهل الزمنية بدون التأثير على الجودة تظهر نتائجها في: الجودة العالية، تخفيض الخزين تحت الصنع (WIP)، تقليل الهدر والضياع، تخفيض كلفة المبيعات، وزيادة معدل المبيعات. وقد حدد الإنتاج الرشيق الكثير من التأكيدات على تقليل الهدر والضياع فإن بعض أنواع الهدر يتسبب عن المهل الزمنية الطويلة.

ومع التحديد الواضح والشامل لمفهوم الضياع، فإن تطبيق (QRM) يجعل المنظمة أكثر رشاقة وفاعلية فضلاً عن بقائها منافس مرعب لفترة طويلة.

عاشراً:- يتطلب تطبيق نظام (QRM) استثمارات عالية في التكنولوجيا ويؤشر (QRM) أن:

(ان العائق الكبير لتطبيق (QRM) هي ليست التكنولوجيا ولكن هي النزعة الفكرية، عليه يجب على الإدارة إدراك ذلك ومكافحتها من خلال التدريب. وعلى المنظمة ان تتعهد لتخفيض المهل الزمنية ذات الكلف المتدنية أو اللاكلفة مع ترك المعالجة بواسطة التكنولوجيا للمرحلة اللاحقة).

في ضوء ما سبق يمكن القول أن التقنيات الحديثة مثل النماذج الأولية السريعة ، والتصميم والتصنيع بواسطة الحاسوب (CAD/CAM)، توفر فرص كبيرة لتخفيض المهل الزمنية. وعلى الرغم من أن هذه التقنيات تعد مهمة فان هناك خطوات تسبقها مثل التثقيف والتعليم. عليه يجب أن تكون الخطوة الأولى في تطبيق مبادئ (QRM) هي تعريف بيئة التطبيق بفلسفة النظام وإلا ستفشل جميع الجهود المبذولة. إذ يتطلب تغيير النزعة الفكرية بدأً بالعاملين في خطوط الإنتاج وانتهاءً بأعضاء مجلس الإدارة.

وبغية إحداث التغيير في النزعة الفكرية فعلى المنظمة أن تعيد التفكير بعمق بمقاييس الأداء الحالية. حيث أن مؤشرات الأداء متفقة تماماً مع نظام محاسبة الكلفة والتي تمثل عقبة كبيرة أمام التطبيق الكفء لبرامج (QRM)، ولا يعتمد (QRM) على التغيرات المعقدة مثل الكلفة على أساس النشاط (Activity-Basedcost) لغرض تحديد هذا المفهوم، وبشكل أدق هناك معالجة بسيطة من خلال تغييرات استراتيجية تقوم بها الإدارة لجعل النظام المحاسبي المعتمد مسانداً لبرامج (QRM).

خامسا / متطلبات تطبيق نظام (QRM)

بصدد متطلبات التطبيق الناجح لنظام ال (QRM)يمكن القول ان فكرة المنافسه على اساس السرعة اصبح موضوع اهتمام وتركيز المنظمات الصناعية من خلال العقد الماضي وحتى يومنا هذا ، فضلا عن الاستخدام الواسع للمداخل المتخصصه في مجال التطور المنافسة على اساس السرع ، فانه لا يزال هناك نقص كبير في ادراك الكثير من

المفاهيم و الامر الذي يودي الى عدم توفر معلومات كافية لدعم التطبيق الناجح لهذه المداخل ، يـاتي النظام (QRM) لمعالجه هذا الموضوع من خلال تاشير المتطلبات الاساسيه لتطبيق الكفوء لفلسفة هذا النظام : -

1- يتطلب أن يكون هناك إدراك شـامل لجميـع مفـاهيم وأساسـيات فلـسفة (QRM) لـدى جميع العاملين.

2- يتطلب توفر قناعة تامة عن النظام لدى جميع العـاملين في خطـوط الإنتـاج وكـذا الإدارة العليا، إذ يحتاج التطبيق الكفء لنظام (QRM) إلى مشاركة فاعلة ودعم متواصل من الإدارة العليا.

3- يحتاج المدراء والعاملين إلى التعرف عـلى أساسـيات ديناميكيـة نظـم الإنتـاج والعمليـات والمستخدمة في: التخطيط للطاقات، استخدام الموارد، سياسات حجم الدفعة وكيف يؤثر كل ذلك عـلى المهل الزمنية. فضلاً عن ضرورة المعالجة للاعتقادات التقليدية مبكراً وقبل البدء بالتنفيذ.

4- يجـب ان يـشمل تطبيـق (QRM) كـلا مـن خطـوط الإنتـاج (Shop floor)، وكـذا مكاتـب العمليات (Office Operations). إذ من المعلوم أنه في العمـل المكتبـي جـزء لا يـستهان بـه مـن المهـل الزمنية الكلية للمنتوج، والتي غالباً ما تعد فرصة كبيرة لتقليل المهل الزمنية.

5- يجب ان تتجـسد سياسـات (QRM) في جميـع نـشاطات المنظمـة، وهـذا يتـضمن إعـادة التفكير باستراتيجيات الإدارة في كيفية عمل المنظمة وفي جميـع نـشاطاتها، ولـيس في عمليـات الإنتـاج فقط. إذ تشمل نشاطات التجهيز للمواد والأجزاء، شراء المعدات والمكائن، وتوظيـف العـاملين، لتقيـيم الأداء، والهيكل التنظيمي للمنظمة.

6- إقامة دورات تعليم وتثقيف لجميع العـاملين عـلى مفـاهيم وآليـة العمـل ، الأمـر الـذي يساهم كثيراً في التطبيق الناجح لفلسفة (QRM). هذا وعلى الرغم من ان مفهوم التصنيع الخلوي نشأ وتم استخدامه منذ أكثر من عقدين ولكن يرافـق تطبيقـه مـشكلات كـبيرة تعـزى الى قـصور في قـدرة المنظمات لتطبيق الخلايا.

7- يتطلب تثقيف جميع العاملين في المنظمة بمبادئ (QRM) وإدراكهم لأساسياته. ولكن يجب ان لا تحاول المنظمة إعادة تنظيمها على أساس مبادئ (QRM). وبدلاً من ذلك فان تطبيق (QRM) يجب أن يبدأ بالتركيز على جزء من السوق تتوافر فيه الفرصة لتطبيق استراتيجية الاستجابة السريعة. ويعاد تنظيم هذا الجزء باستخدام مبادئ (QRM) لخدمة هذا السوق. وبهذه الطريقة وبمحاولات عدة يمكن للإدارة ان تقلل مخاطرها واستثماراتها وتبرهن لنفسها ولباقي المنظمة ان هذا المدخل يعمل بشكل صحيح.

8- يتطلب تحديد الخطوات المادية الملموسة عند البدء بمبادرة تطبيق (QRM)، وذلك بالاعتماد على الدروس المستقاة من تطبيق (QRM) في العديد من المنظمات ورسم خارطة الطريق للتطبيق الناجح لفلسفة النظام.

سادسا/نظام(POLCA) للتخطيط و السيطرة على المواد في نظام (QRM)

- **نشأة نظام (POLCA)Appearance**

يمكن القول ان نظام (Pull) لا يستطيع العمل بكفاءة في بيئات التصنيع ذات المنافسة الشديدة. إذ تتطلب بيئات التصنيع اليوم من المنظمات الصناعية توفير تنويع عالي من المنتجات سواءاً بتزويد الزبائن بقائمة كبيرة من الخيارات أو بواسطة تصميم المنتجات وفق الايصاء للزبائن وبشكل فردي. ومن أجل توفير آلية تتلائم مع أسواق العصر الحالي اقترح نظام (QRM) طريقة جديدة للسيطرة على المواد والأجزاء و المدة الزمنية. وتتسم هذه الطريقة بربط خصائص نظامي السحب Pullوالدفع Pushفي آلية تسمى (POLCA) Paired-Cell Overlapping Loops of Cards with Authorizationالخلايا الثنائية بالحلقات المتداخلة لبطاقات ذات صلاحية لإطلاق الأوامر.

- **مفهوم نظام (POLCA)**

يوصف (POLCA) بأنه نظام السيطرة على الاحتياجات من المواد والأجزاء باعتباره مكون رئيس لاستراتيجية (QRM)، إذ يوفر طريقة كفوءة لدعم كل من

عمليات التصنيع وكذلك السيطرة على المواد في المصانع التي تقوم بإنتاج السلع وفق الايصاء. حيث ان الربط بين (QRM) و (POLCA) يوفر بدون شك مزايا تنافسية كبيرة للمصانع وذلك من خلال قابليتها على التصنيع والتسليم السريع للمنتوجات وفق الايصاء.

ويشير (Frank) إلى ان (POLCA) يعد أسلوب كفوء للتخطيط والسيطرة على الموارد في بيئات التطبيق اذا توفرت المتطلبات الصحيحة،وبغية التعرف على معنى (POLCA) يعد من الضروري تحليل المصطلحات الآتية:

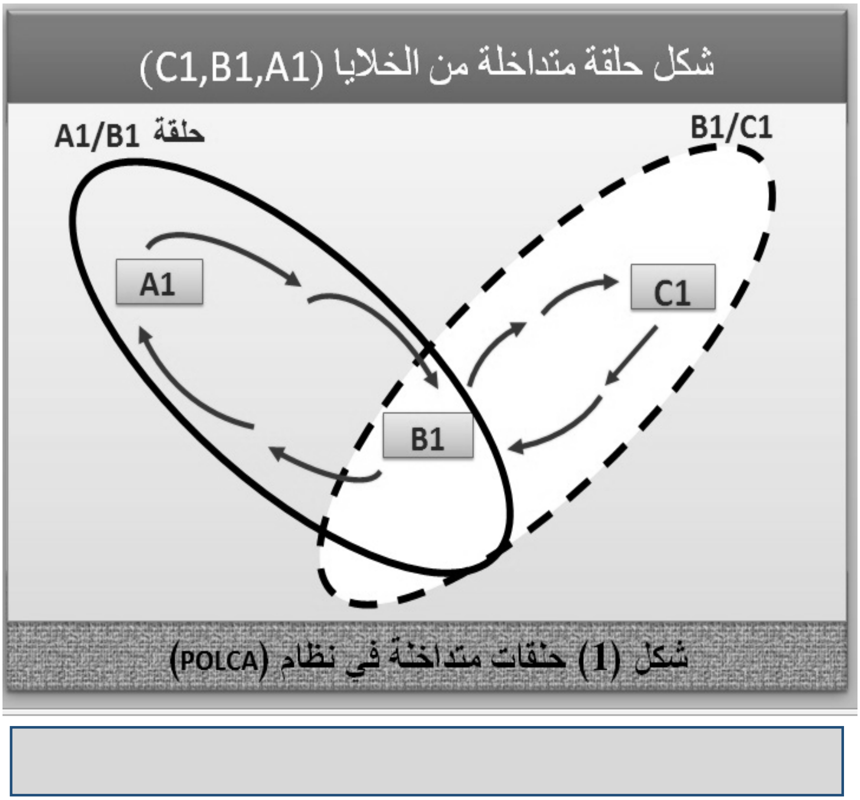
الخلايا الثنائية (Paired-Cell): تستخدم بطاقة (POLCA) للسيطرة على حركة أمر العمل ونقل احتياجاته بين خليتين تبدأ بتحريك العمل من خلية مرسلة إلى خلية مستلمة وهي لا تتعداها إلى غيرها من الخلايا.

لحلقات المتداخلة (OverlappingLoops):يُقصد بالحلقة، حركة البطاقة مع أمر العمل بعد الإطلاق من الخلية الأولى (A1) إلى الخلية الثانية (B1) وتبقى لحين تكملة الطلبية في الخلية (B1) ومن ثم تعود إلى الخلية (A1) لتشكل حلقة بين الخليتين (A1/B1) ومن ثم تتحرك البطاقة مع أمر العمل من الخلية (B1) الى الخلية (C1) وتبقى لحين تكملة الطلب في الخلية (C1) ومن ثم تعود الى الخلية (B1) لتشكل حلقة متداخلة من الخلايا (A1،B1،C1)

البطاقات (Cards): وتمثل العنصر الرئيس في آلية النظام، ترفق بأمر العمل عند الإطلاق وترافقه بين الخلايا، وتتسم البطاقة بأنها ذات مواصفات محددة وتتضمن معلومات خاصة بآلية استخدام البطاقة.

هذا وتشكل الحلقة بين زوج من الخلايا، ولكن المعالجة على أمر العمل يستمر مع بقية الخلايا في المسار التكنولوجي للمنتوج، فمثلاً في الشكل (5) لا بد للطلبية ان تذهب من (B1) إلى (C1). لذا فإن البطاقة ذات الحلقة (A1/B1) قبل الرجوع إلى (A1) هناك حلقة أخرى تستحدث وهي (B1/C1). أي ان معظم الخلايا يمكن ان تشترك مع أكثر من حلقة واحدة وهذا يسمى بالتداخل في الحلقات.

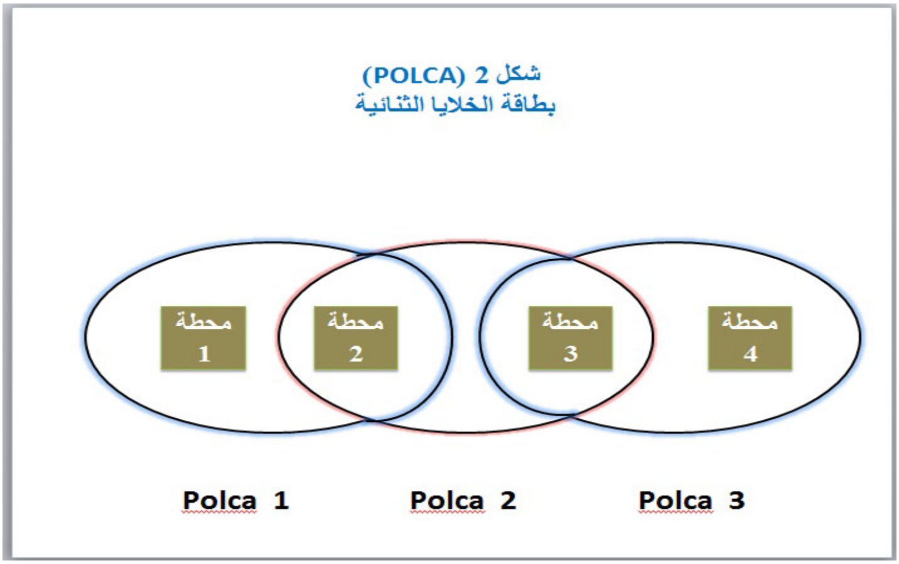
الـصلاحيات (Authorizations): يـستخدم (POLCA) نظـام (HL/MRP) لغـرض إصـدار أوامـر تختص بإطلاق وقت البدء (صلاحيات إطلاق الأوامر) وتؤشر هذه الأوامر كذلك الوقت الذي يستغرقه العمل في الخلية. كما في الشكل (4).



الشكل (4)

الحلقات المتداخلة في نظام (POLCA)

بطاقة الخلايا الثنائية



الشكل (5)

الخلايا الثنائية

- **الإجراءات الأساسية لتطبيق نظام Basic procedures(POLCA)**

تحتاج عملية تطبيق نظام (POLCA) إلى مجموعة من الإجراءات التدريجية يتطلب القيام بها لتوفير بيئة ملائمة تحتوي على مستلزمات ضرورية وكالآتي :

1. استخدام نظام التخطيط للاحتياجات من المواد الصناعية في المستويات العليا.
2. تنظيم تسهيلات الإنتاج بشكل خلايا .

وبالاضافة إلى هذه المتطلبات فإن تطبيق نظام (POLCA) يتطلب التأكد من ان بيئة المنظمات الصناعية تتسم بـ:

أ. ان تكون الخلايا المصممة ذات قابلية للعمل مع المهل الزمنية المخططة، وكذا التخطيط للمعيار العام للطاقة.

ب. يقوم نظام(HL/MRP) بإصدار قائمة بـأوامر العمـل لكـل خليـة وبـشكل متعاقـب وذلـك استناداً إلى صلاحيات الإطلاق لأوامر العمل في كل خلية. هـذا ويقـوم النظـام كـذلك بتحديـد الخليـة التالية في المسار أي التي يرسل إليها العمل.

5.يجب ان تكون عمل نظام (HL/MRP) تركيبة فنية مسطحة .

- **مراحل تطبيق نظام POLCA**

تتضمن عملية تطبيق لنظام (POLCA) أربعة مراحل أو إجراءات نؤشرها في:

- تقييم ما قبل التطبيق Pre – POLCA Assessment
- تصميم نظام Design of the POLCA system
- البدء بتطبيق النظام POLCA implementation
- تقييم ما بعد التطبيق Post – implementation evaluation

ان تطبيق POLCAيحتاج إلى جهود كبيرة ومنظمـة تبـذل مـن قبـل جميـع العـاملين ومتمثلـة بتشكيل فريق عمل في المصنع يضم معظم الاختصاصات (العاملين في مجال التخطيط والـسيطرة عـلى المواد، المجدولين، المشغلين في الخلايا) وكذلك العاملين في خطوط الإنتاج والـذين لهـم تـاثير في تطبيـق النظام ويجب ان يلتقي الفريق دعم كبير وفعال من الإدارة العليا ومن الأفضل ان يكون هنـاك ممثـل للإدارة العليا عضواً في فريق التنفيذ.

أ- التقييم ما قبل التطبيق (POLCA)

يهدف هذا الإجراء إلى التأكد من احتياجات التقييم ومن ثم تحديد الأهداف قبل البحث عـن تفاصيل التصميم للنظام وذلك من خلال:

1. ضرورة تقييم الاحتياجات والتأكد فيما اذا كانت أية خلية ضمن مـسار التطبيـق تحتـاج إلى طاقة إضافية أو يستلزم التخطيط للمهل الزمنية قبـل البـدء بـالتطبيق، اذ يـساعد نظـام POLCAعـلى تحقيق سيطرة كفوءة على المواد، فضلاً عن تحقيق أفضل استخدام للطاقات المتاحة في الخلايا.

2. التحقـق مـن ان التـسهيلات الإنتاجيـة والمـستلزمات الأخـرى المتاحـة تغطـي الاحتياجـات الأساسية لتنفيذ نظام(POLCA).

3.تحديد الأهداف ومؤشرات التقييم لتنفيذ POLCA.

ب- تصميم نظام(POLCA)

يختص هذا الجزء بمجموعة من الخطوات التي تتعلق بتصميم مكونات نظام(POLCA) وكالآتي:

- تعريف حلقة (POLCA)، ويتضمن ذلك تحليل للمسارات التكنولوجية ولمختلف السلع المخططة تصنيعها، وعندها يتم تعريف الحلقات المتناظرة (CorrespondingLoops).

- حساب أوقات إطلاق أوامر العمل، تحسب تواريخ إطلاق أوامر العمل في كل خلية وذلك على أساس تاريخ استحقاق كل أمر، والمهلة الزمنية المخططة له وفي جميع الخلايا على المسار التكنولوجي . مع اخذ تاريخ شحنة الطلبية والموعد المحدد لها

- تحديد كمية العمل الذي تمثله البطاقة.

- تصميم بطاقة (POLCA) وتوثيق الإجراءات.

تتسم هذه البطاقة بخصائص واضحة، إذ تكون على شكل مربع مقسوم إلى جزئين كل جزء يخصص بلون بارز يمثل خلية واحدة ويتم كتابة المعلومات الرئيسة على البطاقة وكما في الشكل (6).

- حساب عدد البطاقات في كل حلقة .

- تصميم بطاقة أمان لمعالجة العجز في المواد الأولية والأجزاء.

ج- البدء بتطبيق بطاقة(POLCA)

يحتاج التطبيق الكفء لبطاقة POLCAبجانب القابليات التكنولوجية إلى تأهيل العاملين للقيام بعمليات التوجيه وإدراك أبعاد النظام وكالآتي:

- تحديد مسؤولية التطبيق: يبين ان تطبيق نظامPOLCAيكون بمسؤولية فريق متكامل.

- تنظيم دورات تدريبية للعاملين عن كيفية عمل نظام POLCAوالمتطلبات الأساسية لتطبيقه

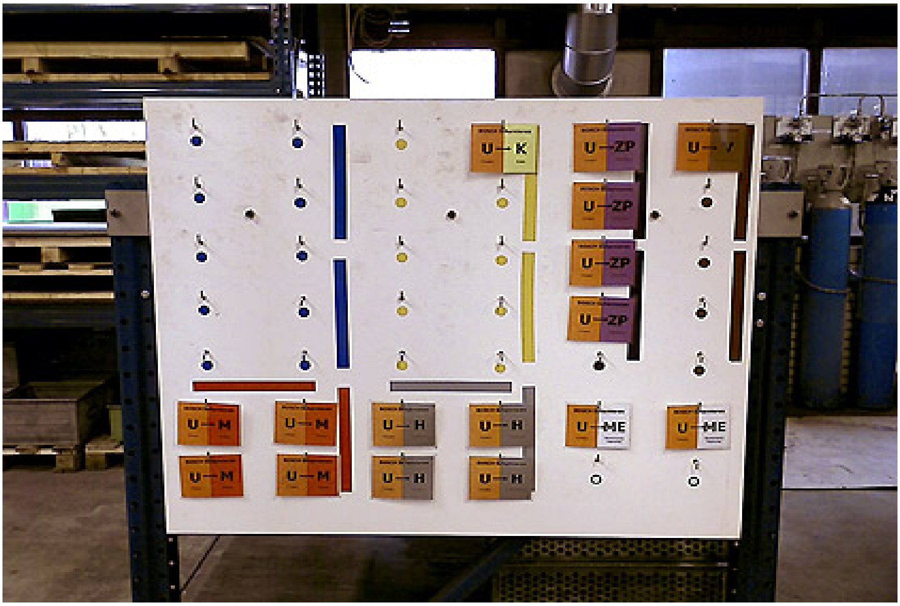
- معاينة مستمرة ودعم الإدارة: يعد من المفيد وخلال المراحل الأولى من التطبيق تنظيم جدولة للمعاينة المستمرة لجهود فريق التطبيق وذلك للكشف وملاحظة عمليات التصميم والتنفيذ مباشرة، ويتم تقديم تقارير تطوير العمل إلى الإدارة العليا.

د- التقييم ما بعد التطبيق

وتتضمن نوعين من الفوائد أو المؤشرات :

- معالجة المؤشرات الأساسية: والتي تتضمن المهل الزمنية للمنتوجات أي المنتجات المباعة

- توصف الفوائد المحتملة من نظام POLCAبأنها أوسع من الفوائد الكمية، فالمنظمات الصناعية تعمل بمزيج عالي من المنتجات في بيئات التصنيع وفق الايصاء.



الشكل (6)

نموذج من بطاقات POLCA في الانتاج

قائمة المصادر

أولاً: المصادر باللغة العربية

1. الساعاتي، عفاف حسن، (2000)، **نظام الايصاء الواسع وآفاق تطبيقـه في الـصناعة العراقيـة**، أطروحة دكتوراه، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، العراق.

2. العبادي، شـهلة سـالم خليـل،(2005)،**نظـام التـصنيع بالاسـتجابة الـسريعة (QRM) و افـاق تطبيقه**، دراسة حالة في معمل الالبسة الولاديـة في الموصـل، رسـالة ماجـستير، كليـة الادارة والاقتـصاد، جامعة الموصل، العراق.

ثانياً- المصادر باللغة الانكليزية

1- Bong Cheng Siong and Chong Kuan Eng، (2018)،**Implementing Quick Response Manufacturing to Improve Delivery Performance in an ETO Company**، International Journal of Engineering & Technology، 7 (2.28).

2- Bong، CS،& Chong، KE (2017)،**Applying quick response manufacturing to exploit variability and reduce lead time in the job shops**، Proceedings of the International Symposium on Research in Innovation and Sustainability، Malacca، Malaysia.

3- Cynthia، L.، I.، (2000)، "**Rapidprototyping in the Textile and Apparel Industry**: A Pilot Project Journal of Textile and Apparel"، Vol. I، No. 1.

4- Filho، MG،& Saes، EV (2013)،**From time-based competition (TBC) to quick response manufacturing (QRM): the evolution of research aimed at lead time reduction**، International Journal of Advanced Manufacturing Technology 64(5).

5- Hendry، C (2010)،**Product customization: an empirical study of competitive advantage and repeat business**، International Journal of Production Research 48(13).

6- Suri، R.، (2002)، "Quick **Response Manufacturing: A Competitive Strategy for the 21st Century**"، Proceedings of the 2002، POLCA implementing workshop.

7- Lindsay، H.، and Strategem، M.، (2002A)، "**QRM: An Enabler on the Road To agilty**"، **control May**، part 1.

8- Turnbull، J.، "**Quick Response Manufacturing**، world wide Business Solutions" ، www.wwbsgroup.com

9- Tubino، F.، Suri، R.، (2001)،"**Quick Response Manufacturing**"، Advanced Manufacturing.

10- Janis، S.، and Farr، B.، (1997)، "**Gain A Competitive**

Advantage with Quick Response"، Lowa Textile and Apparel Industry News، Vol. 2، No.4.

11- Yusof، SM،& Aspinwall، E، (2000)،**A conceptual framework for TQM implementation for SMEs**، The TQM Magazine 12(1).

الفصل الثامن

الايصاء الواسع

Mass Customization

الفصل الثامن

الايصاء الواسع

Mass Customization

تمهيد..

تميزت نهاية الألفية الثانية والألفية الثالثة بحصول تطورات متسارعة في المجالات الإنتاجية والخدمية كافة على حد السواء وبات كسب رضا الزبون والاستجابة لطلباته الشخصية غاية تسعى إليها المنظمات الهادفة إلى التطور والنجاح، ويعد نظام الايصاء الواسع احد الأدوات الهادفة إلى تحقيق هذا النجاح إذ لم يعد كافيا استمرار تقديم المنظمات لمنتجاتها النمطية أو على وفق أفكار الإدارة، إذ أن طلبات الزبائن باتت متغيرة ومتجددة مما تطلب من الإدارات البحث عن وسائل محققة لهذه الطلبات ويعد نظام الايصاء الواسع احد الأدوات الحديثة في مجال الاستجابة لهذه الأذواق والرغبات على مدى واسع ومتجدد من خلال سرعة الانتقال من مرحلة منتج إلى أخرى وتحقيق سرعة الاستجابة للطلب المحدد وبدقة وبذات التكاليف، مما حفز العديد من المنظمات إلى اعتماده .

أولاً / نشأة نظام الايصاء الواسع:

يعود مصطلح الايصاء الواسع الى العالم (Alvin Toffler 1970) و الذي اشار اليه في كتابه (FutureShock) صدمة المستقبل، و يعود السبب في شيوع و انتشار هذا المصطلح الى العالم (JosephPineفي عام 1992).

الا ان بداية الجذور التاريخية للايصاء تعود الى (الفن الحرفي القديم) فأن الايصاء موجود منذ نشوء البشرية إذ إن الافراد منذ ان وجدوا و هم في محاولات دائمة لمزاولة العديد من الاعمال الحرفية البسيطة و التي تحمل في ثناياها هدفا اساسيا متمثلا في اشباع حاجاتهم و رغباتهم ، إذ أن أغلب الصناعات كانت في ذات اليوم تستند الى الايصاء. ثم اتجه الافراد لانتاج السلع و الخدمات باحجام انتاج كبيرة وفقا لنظام اقتصاديات الحجم بهدف اشباع فئات واسعة و تحقيق رغباتهم نتيجة لامتلاك الافراد زمام وسائل الانتاج و الموارد .

وفي الستينات ظهرت بوادر انحـلال نظـام الانتـاج الواسـع Mass production و في العديـد مـن الصناعات، و استمرت العملية بل و زادت في عقد الـسبعينات ، وكانـت نهايـة انحـلال هـذا نظـام في الثمانينات اذ كانت المفاجأة الكبرى، و يعود سبب ذلك الى ان نظام الانتاج الواسع كان يعد النموذج الاداري السائد و لمدة طويلة ، و لعدم تمكن هذا النموذج استيعاب الظواهر غير الاعتيادية الحاصلة و تفسيرها و من تقديمه الحلول للمشاكل الجديـدة، و لـضهور خـصائص جديـدة كميـزات التنافـسية في نهاية عقد الثمانينات و بداية التسعينات و أن هذه الخصائص لايمكن تجاهلها، فقد دعت الحاجـة الى انبثاق نموذج جديد للادارة قادر على اسـتيعاب الحالـة الجديـدة المتمثلـة بـالتنويع و الايـصاء و عـدم التجانس السوقي و تجزئة السوق و الطلبات و قصر دورة حيـاة المنـتج و الـدورة التطويريـة - ليحـل محل النموذج القديم نظام الانتاج الواسع المتمثل بالمنتجات القياسية و تجانس الاسواق و الطلبات و طول دورة حياة المنتج .

ان المنافسة ما بين المنظمات الصناعية منـذ العقـد الاول مـن القـرن الحـادي و العـشرين قـد ركزت على المرونة و الاستجابة السريعة للمتغيرات التي تحـدث في الاسـواق و خاصـة مـع قـصر دورة حياة المنتج و دورته التطويرية، فضلا عن التغيرات السريعة في حاجـات و رغبـات الزبـائن، و قـد ادى ذلك إلى إن المنظمات الصناعية وجدت بأنها لم تتمكن من الحصول على حـصة سـوقية اكـبر و هـامش ربح كبير من خلال الانتاج باحجام كبيرة لمنتجات نمطية لسوق واسعة، لذا بـدأت المـنظمات الـصناعية تتجه نحو تخفيض حجم دفعات الانتاج و باستمرار، و التركيز على استعمال تقينـة الـدفعات الـصغيرة من المنتجات حيث يـصل حجـم الدفعـة الى وحـدة واحـدة احيانـاَ ، ولان إنتـاج مثـل هـذه الانـواع و الاحجام من المنتجات يكون عالي التكلفة بوسائل التصنيع التقليدية، لذا اتجهـت المـنظمات الـصناعية نحو انظمة التصنيع المرن، و أصبحت المرونة سلاحا تنافسيا بـل و اكـثر الاسـبقيات التنافـسية في عقـد التسعينات من القرن العـشرين و خـلال العقـد الاول مـن القـرن الحـادي و العـشرين و ذلـك بـسب ديناميكية الاسواق العالمية، ونتيجة لذلك بدأت المـنظمات الـصناعية تنتقـل تـدريجيا الى نظـام جديـد اطلق عليه نظام الايصاء الواسع (MassCustomization).

و هكذا اصبح نظام الايصاء الواسع نقلة نوعية في مجال انظمة الانتاج التقليدية كنظام الانتاج الواسع و تميزا عنها في المرونة و سرعة الاستجابات لطلبات الزبائن فضلا عن العديد من المحـاور نـذكر اهمها في الجدول (1) .

الجدول (1)

مقارنة الانتاج الواسع والايصاء الواسع

المحاور	الانتاج الواسع	الايصاء الواسع
التركيز	بلوغ اعلى درجات الانتاجية من خلال الاستقرار في الانتاج و اعتماد نظام رقابة صارمة .	تحقيق الايصاء الواسع المتنوع لامتلاك مرونة عالية و استجابة سريعة للطلبات المحددة .
الاهداف	انتاج و تسويق و تسليم المنتجات و تطويرها و بأسعار منخفضة من خلال زيادة الانتاج لتكون متاحة للجميع .	تطوير المنتجات و توفيرها باسعار مناسبة مع تنوع و استجابة للايصاء يوفر للزبائن طلباتهم المحددة .
مميزات النظام	استقرار في العمل ، استقرار في الانتاج ، استقرار في نوع المنتجات ، طول دورة حياة المنتج ، تطوير بطيء للمنتجات ، اسواق واسعة (متجانسة).	طلب متغير و متنوع – تغير في الانتاج-تنوع في المنتجات-قصر دورة حياة المنتج – تطوير متجدد في المنتجات – اسواق غير متجانسة .
المنتجات	نمطية و معرفة مسبقا من قبل الزبائن.	توفر فرص الخيار حتى في المنتجات النمطية و الاستعداد لتقديم المنتجات على وفق الطلبات المحددة .
الهيكل التنظيمي	يعتمد النمطية و البيروقراطية (الهيكل الميكانيكي).	اساسه المرونة في التعامل العضوية (الهياكل العظوية).

ثانياً / فلسفة ومفهوم الايصاء الواسع

- **فلسفة الايصاء الواسع**

بعد اشتداد المنافسة في الثمانينيات والتسعينيات من القرن العشرين بدأت المنظمات تبحث عن أساليب جديدة للحصول على ميزة تنافسية للنجاح لمواجهة تنوع الطلبات، وبهدف توفير خيارات أوسع للزبائن ركزت المنظمات على الاستجابة لرغبات الزبون وخاصة بعد تكرر وتجدد الطلبات وقصر، دورة حياة المنتج وكان نظام الايصاء في بداية استخدامه أداة لمواجهة هذه الخيارات التطورات المتلاحقة في القدرات المنظمية واتساع مجالات الإبداع وتقديم الجديد أصبح الايصاء الخاص غير ملبي اللشريحة الواسعة من الزبائن طالبي المنتجات على وفق رغباتهم، وهكذا أصبح المدخل متاحا أمام المنظمات المعاصرة وخاصة ذات القدرات العالية للاستجابة للطلبات الواسعة مما جعلها قدوة يحتذا بها من قبل المنظمات الأخرى في السعي للاستجابة الواسعة والنجاح المتجدد. وبذلك أصبح الايصاء الواسع من خلال المرونة العالية التي يتمتع بها في الاستجابة للمتغيرات المتجددة في الوقت المناسب مدخلا وأداة لتلبية الدفعات المتنوعة الكبيرة والصغيرة على حد سواء، وتمثل شركة تويوتا الريادة في هذا المجال منذ نشأة الفكرة ولحد ألان، وتتمحور فلسفة هذا النظام في المرونة في عمليات التصنيع وسرعة الاستجابة للتغيرات البيئة الداخلية منها والخارجية واعادة النظرفي كمية الانتاج والتقنيات بهدف توفير المنتجات التى يحتاجها الزبون من خلال انظمة الاتصال المباشر لتحقيق كلفة وجودة معقولة، أي بمعنى اخر تصنيع سلعة أو تقديم خدمة استجابة لحاجة الزبون وبطريقة (فاعلة وكفوؤة).

- **مفهوم الايصاء الواسع:**

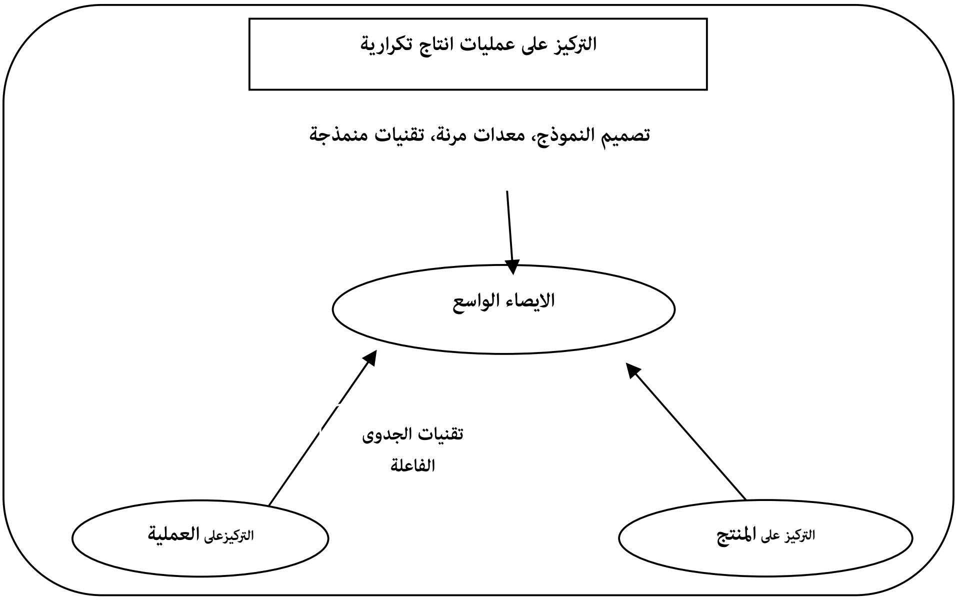
يعد الايصاء الواسع احدى التطبيقات الجوهرية لتنفيذ استراتيجية التصنيع(التجميع لاغراض الطلب) والتي تعد طريقة لانتاج منتجات موصى بها (Customized) من خلال تجميع بعض المكونات والاجزاء بعد استلام طلبات الزبائن للمنتج.

ويــشير مــصطلح الايــصاء(Customization)إلى التــصنيع وفقــا لمتطلبــات الزبائن،امــا الواســع (Mass)فيعني الكميات الكبيرة وبذلك يعني الايصاء الواسع بانتــاج وفــق رغبــات اومتطلبــات الزبــائن وبكميات واسعة وحسب الاحتياجات،وقد عرفت بأنها جمع قدرات الحــرفيين المهــرة لانتــاج منتجــات وفقا لطلب المستهلكين ضمن اقتصاديات الانتاج الواسع.

يعرف الايصاء الواسع بأنه المرونة والسرعة في الاستجابة للتغيرات المستمرة في البيئــة والــسكان والعمليات وكميــة الانتــاج، واعــادة شــكل التقنيــات المــستخدمة بهــدف تــوفير الــسلع التــى يحتاجهــا المستهلك وفقا لرغباته والسعي من خلال انظمــة الــربط الكفــوءة إلى تحقيــق الكلفــة الادنى والجــودة الاعلى للسلع والخدمات.

ويرى (Krajewski & Render) ان الايصاء الواسع يعني القدرة على انتاج منتجات ذات استجابة سريعة لحاجات الزبون بكلفة منخفضة ، قادرة على تحقيق الرغبات المقررة للزبائن باستمرار

وقد عُرف بالقدرة على تصنيع المنتجات بكلفة منخفضة وسريعــة لتلبيــة رغبــات الزبــائن مــن خلال التفاعل بين الاستراتيجيتين التى تركزعلى كل من العملية والمنتج وكما موضح في الشكل الاتي:



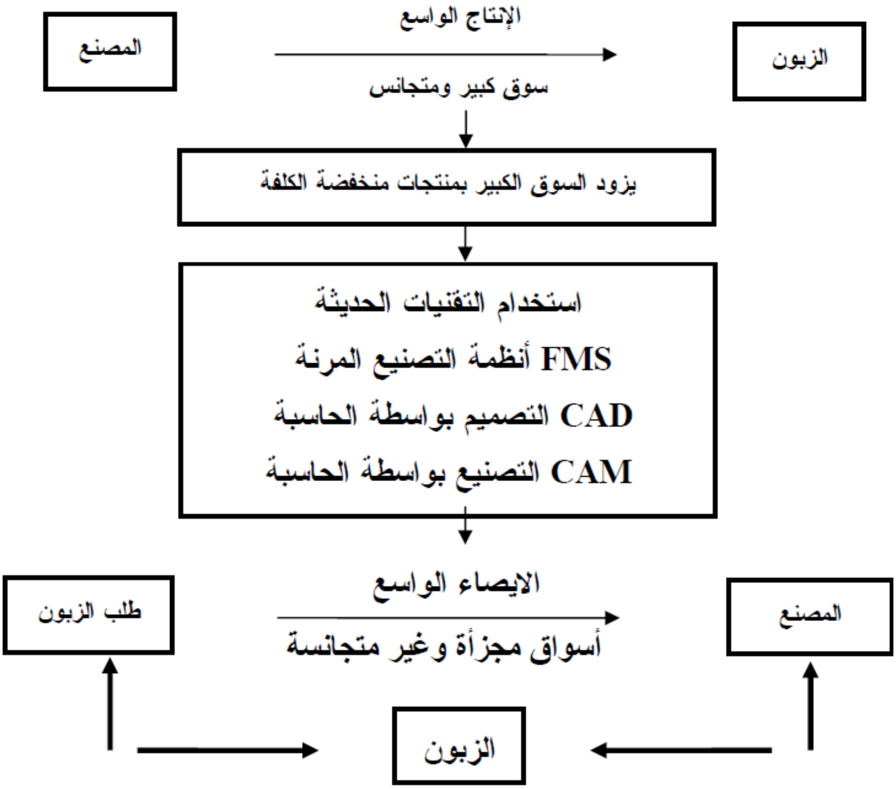
تنويع عالي، احجام منخفضة، انتفاع منخفض للمعدات (5%الى25%) معدات ذات اغراض متعددة.

تنويع منخفض، احجام عالية، انتفاع عالي للمعدات (70%الى90%) ومعدات متخصصة

الشكل (1)

استراتيجيتي التركيز على العملية والمنتج

ويعد الايصاء الواسع احدى التوجيهات الجديدة لادارة الانتاج والعمليات والتي تشترك مع استراتيجية المنافسة المعتمدعلى الزمن (Time Based Competition)للمساهمة في تحقيق المرونة العالية لتقديم المنتجات الجديدة والاستجابة السريعة لحاجات الزبائن ،ويوضح الشكل (2) مفهوم الايصاء الواسع

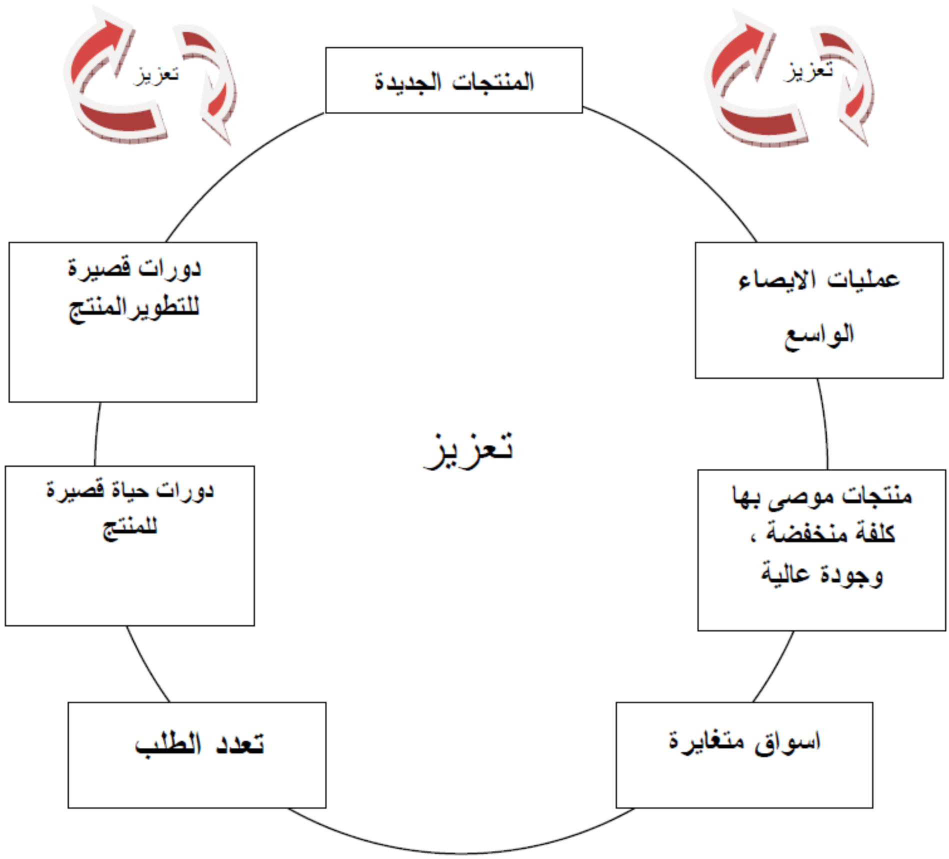


الشكل (2)

مفهوم الايصاء الواسع

يستند الايصاء الواسع على تنويع المنتجات والايصائية من خلال التأكيد على المرونة والاستجابة السريعة لاحتياجات ورغبات الزبائن بالاسعار التنافسية والمناسبة ،اذ تبحث المنظمة على الاسواق وبما يحقق اهدافها الممثلة بأقل التكاليف واجود المنتجات.

يتطلب تطبيق الايصاء الواسع ضرورة فهم واستيعاب دورة نظامية تشارك فيها عدة متغيرات لتبين دور المساندة اللازمة على تكنولوجيا العلمية والمنتج ، وكما موضح في الشكل (3).



الشكل (3)

المساندة اللازمة على تكنولوجيا العلمية والمنتج

تهدف هذه الدورة المتكاملة إلى تنفيذ احتياجات اوطلبات الزبائن وفق لتعدد المنتجات كما تشير إلى الادوارالمساندة لتقنيات المنتج والعملية اذ تتكامل عمليات الايصاء الواسع مع نشاطات تصميم المنتج ونتيجة تبادل ارائهم وافكارهم حول تصميم المنتجات وبما يلبي احتياجاتهم وفق مواعيد التسليم وبدقة وكل ذلك يعد اهداف رئسية للايصاء الواسع لما حققه من منافع ،اهمها:

1- تخفيض فعال في الكلفة والوقت : اذ تشيرنتائج تطبيق هذه الفلسفة على المنظمات الصناعية الامريكية بأنخفاض الكلفة بنسبة(90%)وتقليص وقت الانتاج إلى(99%)من الوقت اللازم للانتاج في حالة اعتماد تكنولوجيا الانتاج التقليدية.

2-التحول في نوع المكائن المستخدمة .

3- التنويع العالي في المنتجات .

4- تخفيض نسب العمل المعاد والتلف.

5- توليد وظائف جديدة.

ويوضح الجدول الاتي مقارنة نظم الانتاج الواسع والمرن مع الايصاء الواسع:

الجدول (2)

مقارنة نظم الانتاج الواسع والمرن والايصاء الواسع

المؤشرات	الانتاج الواسع 1900- 1970	الانتاج المرن 1990- 2000	الايصاء الواسع 2001- 2020
عدد المكائن المستخدمة	150	50 إلى 30	20- 25
عدد المنتجات المصنعة	10- 15	100- 1000	غير محدد
الانتاج المعاد	25% فأكثر	0،02% أو اقل	اقل من 0،0005%

ويتسم الايصاء الواسع بعدة خصائص اهمها:

1. انتاج كميات كبيرة وبتنوع عالي .
2. أجراء التغيرات السريعة على المعدات المرنة.
3. الاعتماد على مشغلين ذوي مهارات مدربة مرنة.
4. تتطلب الطلبات الموصى بها عدة تعليمات لاداء العمل.

5. انخفاض مخزون المواد الاولية.

6. تكون كميات المخزون تحت التشغيل منخفضة بأستخدام نظام (JIT) والانتاج الرشيق .

7. تتحرك السلع في المصنع بشكل سريع ورشيق.

8. تكون المنتجات تامة الصنع حسب الطلب.

9. تكون جدول عمليات الانتاج متوافقة مع الطلبات الموصى بها .

10. ارتفاع التكاليف الثابتة وانخفاض التكاليف المتغيرة.

وعلى هذا الاساس ستكون سمة المصانع بأنها فعالة اونشطة بكونها مصانع ذات مرونة عالية قادرة على انتاج غير محدود من تشكيلة السلع بمواصفات مختلفة وفقا لاختبارات الزبائن بكلفة واطئة وبجودة عالية والتي تؤكد على تحقيق الاصغر والارخص والاسرع ،لذا يتصف هذا النوع من التكنولوجيا الجديدة بالمواصفات الاتية:

1. السرعة في انتاج السلع بحسب المواصفات التي يحددها الزبون وبكلفة واطئة وبكميات كبيرة بحسب الطلب نتيجة المرونة العالية للمصنع.

2. الاشباع الكامل لرغبات الزبائن سيكون هدف ادارات المصانع .

3. يتحدد سعر المنتجات في ضوء قيمة التكنولوجيا المستخدمة وليس في ضوء مجموع كلف اجزاء المنتج فقط.

4. استعداد الزبون لدفع السعرالمطلوب للمنتج الذي حدد مواصفاته اذ لا يعد السعرعنصرا مباشرا مقارنة بالاشباع الكامل الذي يحققه المنتج للزبون.

5. تخفيض عدد المكائن اللازمة إلى ثلث عدد المكائن المستعملة في المصانع التقليدية ولكن بمكائن ضخمة مرنة تعتمد الحاسوب في عمليات التصميم والتصنيع والمناولة .

6. التنويع العالي في المنتجات التي يمكن ان ينتجها المصنع وبحسب طلبات الزبائن.

7. تقليل حجم العاملين والتأكيد على النوعية .

8. تقليل العمل المعاد.

ثالثاً / أهمية الايصاء الواسع

إن إستراتيجية المنتجات التابعة للمنظمة توجه نحو أولويات تنافسية محددة وهي التي ستفوز بطلبات الزبائن وإحدى هذه الأولويات التنافسية هي التنوع فالزبائن، يرغبون بمجموعة واسعة ومتنوعة من الخيارات عند اختيارهم لمنتج ما ، فالمنظمات تسعى اليوم لإيجاد طرق مبتكرة لخدمة عدد اصغر من الزبائن من خلال تطبيق تقنيات الايصاء الواسع. أي تعديل مبدأ الإنتاج الواسع كي يلبي الاحتياجات الخاصة لكل زبون، لوحظ أن استخدام مبادئ الإنتاج الواسع لا تشبه عملية الوصول إلى كل زبون في السوق، وباستخدام مبدأ الايصاء الواسع ربما تبقى المنظمة تركز على أجزاء محددة من السوق ضمن سوق إنتاج أوسع، ولكن تقديم الخدمة للزبائن ضمن هذه الأجزاء المستهدفة من السوق، يعني محاولة للحصول على ميزة تنافسية عن طريق إيجاد طريقة ذات كلفة اقل لإعطاء كل زبون خيارات أكثر وأفضل. إذ تبنت منظمات عديدة تقنية الايصاء الواسع وطبقتها بنجاح ومثال على ذلك؛المنظمة الوطنية لصناعة الدراجات في اليابان،تنتج هذه المنظمة دراجات حسب الطلب،إذ يرسل التجار وبالفاكس مجموعة من المحددات التي تستند إلى طلبات الزبائن المتعلقة بالطراز واللون والمكونات والقياسات الشخصية. حيث تصنع الدراجة من الأجزاء الشائعة والأجزاء التي أوعز بها الزبون. فيقوم الإنسان الآلي بمعظم أعمال اللحام والصبغ في حين يقوم العمال المهرة بإتمام التجميع بما في ذلك طباعة أسم الزبون على هيكل الدراجة. وفي خلال يوم واحد تكتمل هذه الدراجة وتعبأ وتصبح جاهزة للشحن .

ويرى (Bradley،2004)إن أهمية الايصاء الواسع تكمن في الآتي:

1. تلائم الرغبات والأذواق والاحتياجات المختلفة لزبائن مختلفين في مناطق مختلفة من العالم.
2. استخدام التعديلات في التصاميم حيثما يكون ذلك ممكناً.
3. تدمج مابين السلوكيات والرغبات المتغيرة للزبون.
4. المرونة في المقدرات المختلفة.
5. تقلل التكاليف إلى الحد الأدنى.

في حين يشير (Campbell،2000) إلى أن المنظمات التي تتبنى الايصاء الواسع سوف تحقق الآتي:

1. **المزايا التنافسية في السوق وهي:**

أ- تكاليف منخفضة . ب- منتجات أسرع. ج- أقل جهد.

2. **رأس مال الخبرة في تصميم المنتج.**

3. **الزبائن :**

ب- الملاءمة من خلال تحقيق حاجاتهم ورغباتهم.

ت- الانسجام الأفضل بأقرب وقت وأقل جهد بالنسبة لهم.

إن الايصاء الواسع يكون مربح لكلا الجانبين أي جانب الزبائن وجانب المنظمة. فمن وجهة نظر الزبائن فإن اكبر منفعة هي القدرة على إيجاد أو تصميم المنتجات التي تلبي احتياجاتهم، وهذا يؤدي إلى زيادة رضا الزبائن وقناعتهم. ومن وجهة نظر المنظمة فإن الايصاء الواسع يساعد على تقليل مستويات المخزون ويعزز من ولاء الزبون ويجنب الوقوع في مساوئ التصنيع، فعندما تتبنى المنظمات الايصاء الواسع فإن كلاً من المنظمة والزبون سوف يتحقق لهم المنافع الآتية:

أ. المنافع الخاصة بالمنظمة:

1. تقديم معلومات عن السوق أكثر دقة حول التغير في أذواق الزبائن والتنبؤات الفعلية في اختيار المنتجات وأيضاً تقديم الفرصة للتوقع والتنبؤ الأكثر دقة.

2. المساعدة في إعادة التصميم للعمليات وتوجيه العمليات، التي تقود إلى منتجات " أفضل وارخص وأسرع ".

3. تساعد في التطور والاحتفاظ بقاعدة بيانات عن الزبون وتسمح بأفضل تقانة للمعلومات لتنفيذ الإستراتيجيات.

4. يحفز على الابتكار المستمر والمتواصل.

5. يخفض المخزون عبر خفض التنوع الداخلي.

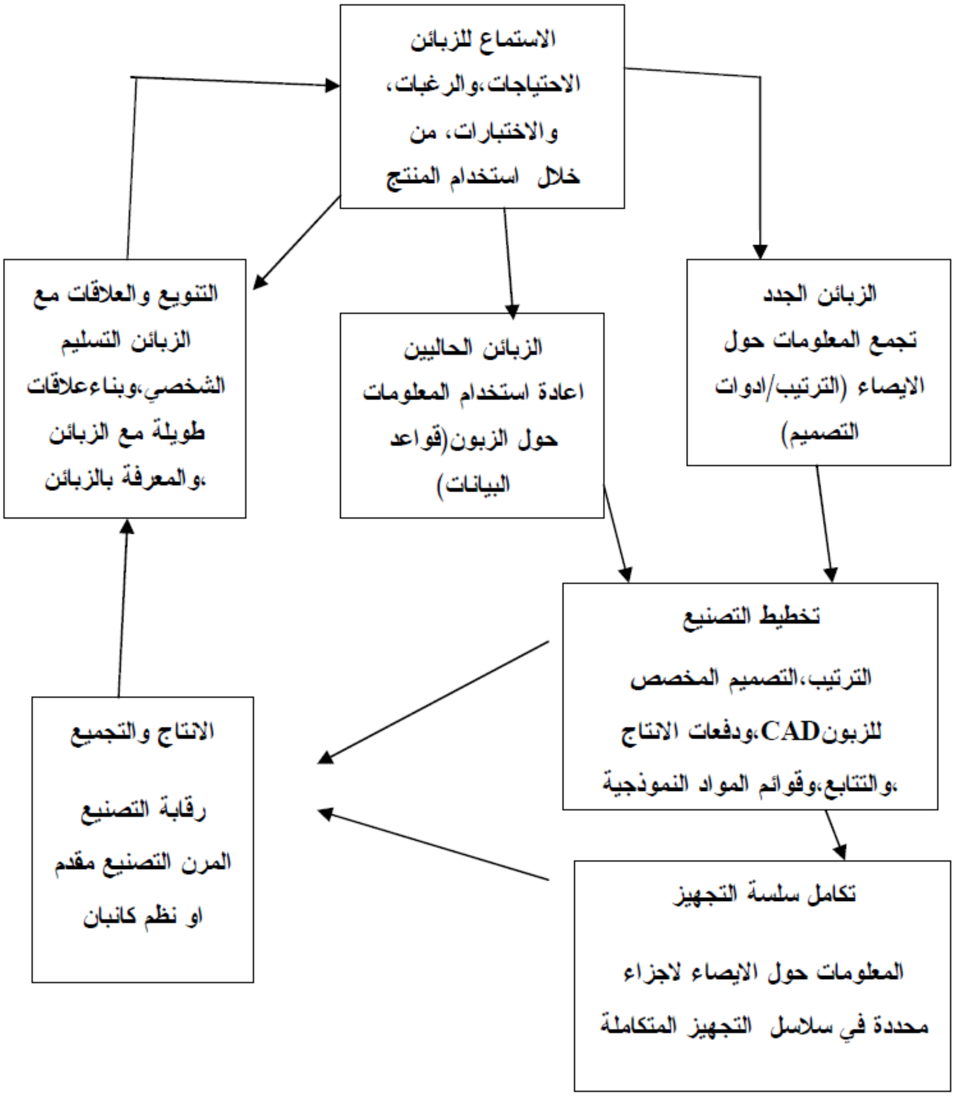
ب. المنافع الخاصة بالزبائن .

1. تلبية مستلزمات ومتطلبات الزبون بالضبط.
2. فرق القيمة في السعر.
3. يتأثر الزبائن جزئياً بعملية التصميم والإنتاج.

رابعاً /تطبيق وتشغيل الايصاء الواسع

1. **دور المعلومات لتطبيق الايصاء الواسع .**

يعتمد تطبيق الايصاء الواسع على انسيابية تكامل المعلومات المبنية في الشكل الاتي الذي يعد نموذجا لتتابع وتنفيذ المهمات اللازمة لهذا النوع من التكنولوجيا:



الشكل (4)

تكنولوجيا المعلومات في تطبيق الايصاء الواسع

2. **الطرق الاساسية لتحقيق الايصاء الواسع :**

يعتمد الايصاء الواسع على اقتصاديات المجال التي تعني بتنوع عالي للمنتجات وانتاجها، ويكون الايصاء الواسع باربعة اشكال هي:

أ. الايصاء الواسع للخدمات .

ب. الانتاج النموذجي والتجميع حسب الطلب .

ت. سرعة الاستبدال أو التغيير.

ث. تأجيل الخيارات: تستخدم لتأجيل جزء من الانتاج لحين استلام المنتج.

خامساً / مستويات الايصاء الواسع

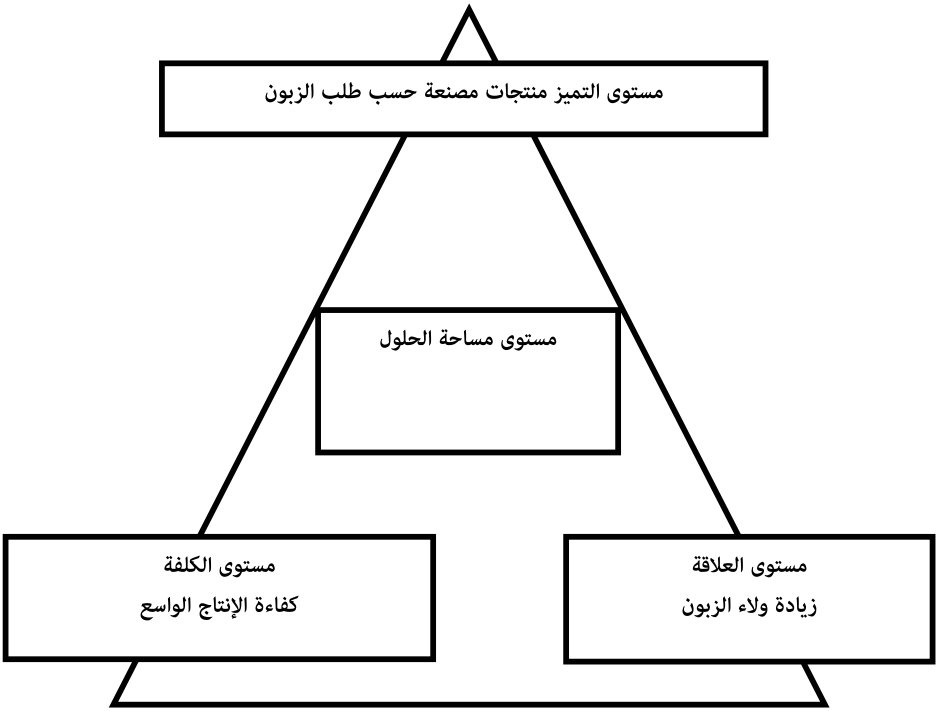
ينجز الايصاء الواسع على مستويات فهناك من الكتاب من يرى ان مستويات الايصاء الواسع هي ثلاثة مستويات وكالاتي: مستوى التميز، ومستوى الكلفة، ومستوى العلاقة، ويضيف آخرون مستوى رابع هو مستوى مساحة الحلول ، والشكل (5) يوضح المستويات الأربعة للايصاء الواسع.

1. **مستوى التميز :** يبين هذا المستوى القيمة المضافة التي سيحصل عليها الزبائن من خلال إنتاج منتجات حسب طلباتهم ورغباتهم.

2. **مستوى الكلفة :** يتطلب هذا المستوى إن تكون إجمالي الكلف لا تقود إلى زيادة في الأسعار أي أن أسعار المنتجات في الايصاء الواسع تكون بكفاءة الإنتاج الواسع.

3. **مستوى العلاقة :** عندما يتم جمع المعلومات من اجل إنتاج منتجات حسب طلبات الزبائن فإن ذلك سوف يساعد على إنشاء علاقة فردية دائمة مع كل زبون وهذا يؤدي إلى زيادة ولاء الزبون للمنظمة.

4. **مستوى مساحة الحلول :** بينت المستويات الثلاثة أعلاه وجهة نظر خارجية إذ ركزت هذه المستويات على الزبون، أما المستوى الرابع فيتبنى وجهة نظر داخلية مرتبطة بنظام الانجاز الخاص بالايصاء الواسع للمنظمة، إذ تنجز عمليات الايصاء الواسع من خلال حلول ثابتة تمثل "الإمكانية الموجودة سابقاً ودرجات الحرية الراسخة في نظام الإنتاج للمصنع المفترض".



الشكل (5)

المستويات الأربعة للايصاء الواسع

سادسا /عوامل واستراتيجيات التحول إلى الايصاء الواسع

أ- الاضطراب السوقي

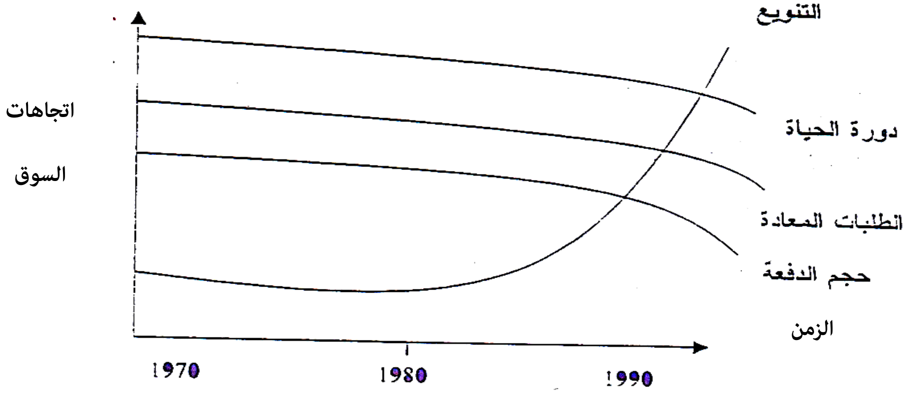
عند الحديث عن الايصاء الواسع لابد من الإشارة إلى الاضطراب السوقي، إذ تعد الاضطرابات السوقية من العوامل الأساسية، التي أدت إلى انبثاق أنموذج الايصاء الواسع وتدهور أنموذج الإنتاج الواسع ومن هذه العوامل الآتي:

1. انخفاض مستوى استقرار المدخلات، التي يتطلب المحافظة عليها.
2. التغيير المستمر في حاجات ورغبات الزبائن.
3. التغييرات الديموغرافية للزبائن.
4. مستوى إشباع المنتج للسوق.

5. الدورات الاقتصادية، الصدمات، عدم التأكد واثرها في السوق.

6. الصدمات التقنيـة، المـدمرة للتـصاميم الـشائعة والجاريـة في الـسوق والمؤديـة إلى إحـلال تصاميم أخرى محلها.

ويرى (1994،Kidd) إن النقطة المهمة في التغيرات والاضطرابات الـسوقية هـي كـما مبـين قـي الشكل (6) والتي تتمثل بانخفاض حجم دفعـة الإنتـاج والتنويـع العـالي في المنتجـات وانخفـاض دورة حياة المنتج والطلبات المعادة.



ب- إستراتيجيات التحول إلى الايصاء الواسع

حدد (1993،Pine) ثلاثة إستراتيجيات أساسية يمكن استخدامها للتحول أو الـدخول في التقنيـة الجديدة (الايصاء الواسع) وكالآتي:

- **التغيير (التحرك) التدريجي:Move Incrementally**

بدأ التحول في العديد من المنظمات من نظام الإنتاج الواسع إلى تقنيـة الايـصاء الواسع ببطء (تدريجياً) لعدم وجود معرفة كاملة كما إن مواجهة الاضطراب الـسوقي باعتماد نظام الإنتاج الواسع تكـون محـددة جـداً، وان زيـادة التنويـع والايـصاء هـي الاستجابة الطبيعية لنجاح المنظمات. كما إن إستراتيجية التغير التدريجي تقدم تنويـع وايصاء في المنتجات وحتى في الكلف العاليـة لغـرض المحافظـة عـلى الموقـع التنافـسي

للمنظمات، لعدم وجود تزايد كبير في الاضطرابات السوقية أو تزايد في حركة المنافسة السوقية وعليه فان التحسين التدريجي في التنويع لمنتجات المنظمات وأعمالها وتنظيمها يمكن أن يكون كافٍ للمحافظة على تنافسها السوقي.

- **تحول الأعمال (التغير الجذري): Transform the Business**

إن المنظمات التي تواجه الاضطراب السوقي بتزايد كبير المنافسة الشديدة فان عليها التحرك السريع للتخلص من الطرق القديمة في الإنتاج، وإجراء التغيرات الجذرية في أعمالها والتحول إلى التقنية الجديدة (الايصاء الواسع) من خلال المرونة العالية والاستجابة لطلبات الزبائن بتصنيع منتجات وفقاً لحاجاتهم ورغباتهم وبكميات كبيرة.

- **إيجاد أعمال جديدة:Create New – Business**

يجبر الإدراك السوقي المتزايد بعض المنظمات على تحول (تغير) نظامها الإنتاجي في اقصر وقت ممكن، إن هذه الإستراتيجية تتطلب التحول إلى تقنية الايصاء الواسع عن طريق تكوين أعمال جديدة لتقديم ايصاء وتنوع في المنتجات وبنفس أسعار نظام الإنتاج الواسع، وتستند هذه الأعمال على معلومات جديدة وعلى تقانة الاتصالات لتخفيض التكاليف بينما يتزايد الايصاء. ومن المهم أن تركز هذه الأعمال ومن البداية على تقديم منتجات مصنعة حسب الطلب وبصورة شخصية.

ت- الطرائق الأساسية للوصول إلى الايصاء الواسع

إن الايصاء الواسع هو كل ما يدور حول الإنتاج الواسع (القابل للتطبيق اقتصادياً) للمنتجات المصنعة حسب حاجات ورغبات الزبائن، ويصف (Pine، 1993) خمسة طرق رئيسة يمكن للمنظمات من خلالها أن تحقق الايصاء الواسع وهي:

1. تصنيع المنتجات القياسية حسب الطلب: وفق هذه الطريقة تقوم المنظمة بتصنيع المنتجات القياسية كاملة قبل تقديمها للزبون وبدون تاثير على عمليتي التطوير والانتاج، اذ يمكن تغيير واضافة صفات لها وربطها مع منتجات اخرى بالتالي تقديم الخدمات والسلع للزبائن بالشكل الذي ينال اعجابهم ورضاهم، وهنا توجد علاقة متكاملة بين قسمي الانتاج والتطوير لتصنيع المنتجات القياسية القابلة للتنافس .

2. إيجاد منتجات قابلة للتصنيع حسب الطلبات: اذ تقوم وظيفة البحث والتطوير بايجاد وتصميم المنتجات الايصائية وتصنيعها لمقابلة طلبات والرغبات الفريدة والايصائية للزبائن، اذ انه من الضروري تغيير افكار واتجاهات الزبائن عن مفهوم الانتاج الايصائي والمنتجات الايصائية لتطبيق نظام الايصاء الواسع .

3. الايصاء في مرحلة التسليم: بعد القيام بعملية تصنيع المنتجات يجب على المنظمة تسليم المنتجات المصنعة باسرع وقت ممكن الى الزبائن وفي المكان المناسب وحسب التوصيات والطلبات الواردة لدى الزبائن ، ومن اجل تقليص الوقت المستغرق بين استلام الطلبية من الزبون وحتى لحظة استلامه للطلبية لا بد للمنظمة استخدام تقنيات الايصاء الواسع وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات الحديثة.

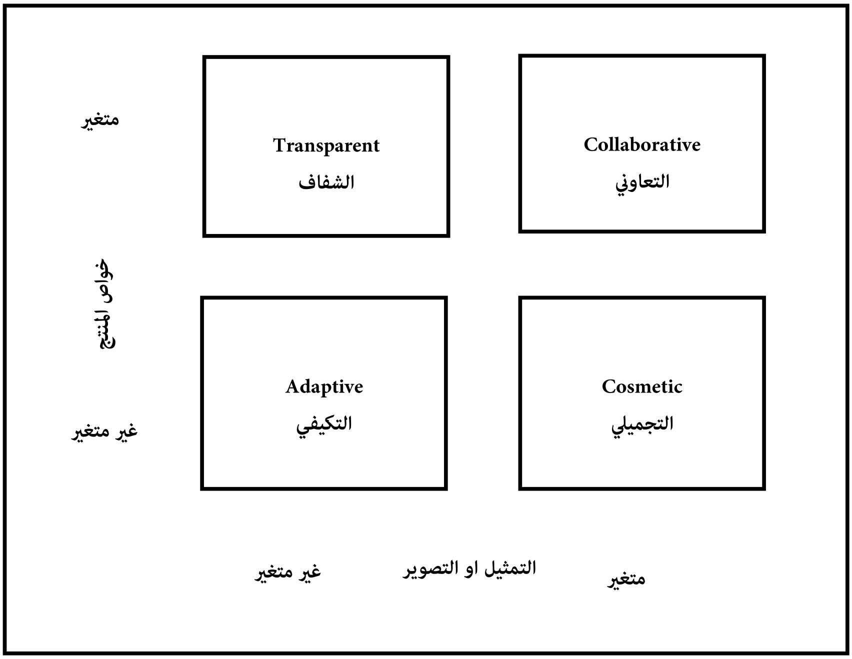
4. المسؤولية العالية في الاستجابة السريعة من خلال سلسلة القيمة: المنظمة التي تستجيب لرغبات الزبائن وحاجاتهم بشكل سريع هي التي توجهت نحو النظام الجديد (الايصاء الواسع)، وسلسلة القيمة هي عبارة عن اربع حلقات اساسية (التطوير، الانتاج، التسويق، التسليم) ووفق هذه الطريقة يجب على المنظمة ان تستجيب وباسرع وقت ممكن في كل حلقة من حلقات سلسلة القيمة.

5. إنتاج الأجزاء بوحدات قياسية من اجل تصنيع منتجات نهائية وفقاً لطلب الزبائن: لتصنيع منتجات تامة الصنع ووفقا للمواصفات والطلبات الموصى بها من قبل الزبائن، وهذه الطريقة تعد من الطرائق الاساسية لتحقيق الايصاء الواسع وتطبيقهز

سابعاُ / مداخل الايصاء الواسع

من خلال فهم المداخل الأساسية للايصاء الواسع يستطيع المديرون تصنيع منتجاتهم لمقابلة حاجات الزبائن الفردية وبأقل كلفة. وهنالك أربعة مداخل للايصاء، وعلى المديرين أن يختبروا كل من هذه المداخل لغرض التصميم أو إعادة التصميم للمنتج، أو العملية، أو لوحدة الأعمال، لتقديم أفضل الإمكانيات في خدمة الزبائن، وأحياناً يكون هناك مدخل واحد هو المهيمن، أو يتطلب مزج بعض المداخل الأربعة أو كلها لخدمة الزبائن .

وهكذا فان مداخل تقنية الايصاء الواسع وكما في الشكل (7) تتبلور حول العلاقة بين المنتج والزبون ودرجة مساهمة الزبون في تحديد مواصفات المنتجات التي نشير إليها في المداخل الآتية:



الشكل (7)

مداخل الايصاء الواسع

1. المدخل التعاوني (الاشتراك في العمل)Collaborative Approach:

في هذا المدخل تجري المنظمة حوار مع الزبائن الفرديين لتحديد المنتج بدقة، وتقديم أفضل المنتجات، التي تتلائم مع حاجاتهم، ومن ثم تستخدم هذه المعلومات لتحديد وتصنيع المنتج الذي يلائم ذلك الزبون. وتوصية النموذج تسمح للزبائن بالمشاركة في مرحلة التصميم والمناورة بالإمكانيات المتاحة لهم. إن المرحلة الأساسية في المدخل التعاوني هي التركيز على التصميم، لكن المنظمات يمكن ان تستعمل هذا المدخل ليس فقط في هذا المكان من سلسلة القيمة، ففي حالة تسليم المنتجات المشتركة، فان

الزبائن يحددون بالضبط اين ومتى وكيف تصنع المنتجات ؟ التي فيما بعد تقود التدفق الداخلي للعمليات ضمن العمل، وبهذا فالمنتجات التامة الصنع تصنع فقط استجابة للحاجة الفعلية للزبائن الفرديين، ويعد هذا المدخل أكثر اشتراكاً مع مفهوم الايصاء الواسع.

2. المدخل التكيفيAdaptive Approach

يقترح المصنعون في هذا المدخل تصميم قياسي واحد للمنتج. ولكن هناك إمكانية لتكيف هذا المنتج وفقاً لطلب الزبائن، لان التقنية المتاحة هنا تجعلها ممكنة، إذ يمكن للزبائن إجراء التغييرات بأنفسهم من دون الرجوع إلى المصنع. ويتحكم كل زبون بشكل مستقل في قيمة المنتج وذلك لمرونة التصميم القياسي المعتمد. ويناسب هذا المدخل الأعمال التي يرغب الزبائن بأدائها بطرائق مختلفة وفي مجالات مختلفة ، فقد تبنت شركة (Lutron Electronics) الإنتاج المكيف لتحقيق قابلية ربط محتملة لعدة مواصفات في منتج قياسي واحد يتكيف مع مستويات أداء مختلفة للاستخدام النهائي للمنتج، إذ تنتج وسائل الإضاءة التي تتصف باستخداماتها المتعددة التي تتكيف مع احتياجات الزبون بمجرد السيطرة على لوحة المفاتيح وحسب الاختيار المرغوب دون الحاجة إلى إجراء تعديل أو اختيار .

3. المدخل التجميلي (الشمولي) Cosmetic Approach

وهذا المدخل يكون ملائماً عندما يستخدم الزبائن المنتج بنفس الطريقة ويختلفون فقط في كيفية عرض المنتج إذ تختلف رغبات الزبائن هنا في إظهار شكل المنتج النهائي وطريقة تقديمه، إذ يصمم الشكل النهائي للمنتج وفقاً لطلب كل زبون، فمثلاً من ناحية تغليفه وتعبئته، وغير ذلك ومع أن المنتج النهائي وفق المدخل هو تجميلي فقط، إلا انه يمثل قيمة حقيقية لكثير من الزبائن.

ولقد اختارت شركة (Planters) المدخل التجميلي في تصنيع المعلبات الذي يتطلب منها تحديث مصانعها القديمة من اجل تلبية احتياجات التصنيع المتشعبة والإنتاج بعبوات قياسية ومتوسطة وكبيرة لتلبية احتياجات الزبائن بالسرعة الممكنة مستجيبة لرغبات كل زبون وعلى أساس الطلبات المستلمة .

4. **المدخل الواضح (الشفاف)Transparent Approach**

يلبي الايصاء الشفاف الحاجات الفردية والمتميزة للزبائن بطريقة لا يميزونها أو يدركونها وان المنتجات تنتج ضمن مواصفات يرغبون فيها. وتتطلب نجاح هذه الإستراتيجية في تطبيقها وضوحاً تاماً في حاجات الزبائن، وبدل الطلب من الزبون أن يحدد حاجاته، فان المدخل الشفاف يتضمن مراقبة سلوك الزبائن خلال وقت معين لملاحظة تفضيلاتهم. وهذا يتطلب بالتأكيد وقتاً كافياً لتعميق المعرفة بالزبون والتوجه تدريجياً نحو التفضيلات الفردية للزبائن لذا فان توفير القابلية لتغيير خصائص التصميم للمنتج في إطار تغليف أو تعبئة قياسية، جعل هذا المدخل الإستراتيجية المفضلة لشركة (Chemstation) .

ثامناً/ مرتكزات الايصاء الواسع

ان الايصاء الواسع هو قابلية المصانع على تصنيع وتجهيز المنتجات بتصاميم متعددة وتقديم الخدمات للزبون وذلك عن طريق العملية التصنيعية العالية والذكية، اذ تقوم المصانع باضافة المواصفات والمميزات الفردية الايصائية ، لا شك ان هناك اختلافات كبيرة في رغبات وحاجات الزبائن، والايصاء الواسع هو التقنية الوحيدة القادرة على تلبية تلك الرغبات والحاجات المختلفة وبكفاءة عالية تفوق التقنيات القديمة كالانتاج الواسع، لذك يتطلب من مدراء المصانع القيام باستخبار والتفحص التام عن الايصاء الواسع الذي يريده الزبائن قبل ان تقوم بمباشرة هذه الاستراتيجية الجديدة، ولتحقيق الايصاء الواسع من الضروري ان تتبنى المصانع المرتكزات الاساسية الاتية:

1- استجابة الزبون للايصاء : الزبائن اكثر استجابة لتقنية الايصاء الواسع وبالمنتجات الايصائية وذات مواصفات الفردية التي تقدمها هذه التقنية الهجينة فكلما تزداد فرصة نجاح المصنع لتطبيق هذه التقنية ، والعكس صحيح كلما كان الزبائن اقل استجابة لتقنية الايصاء الواسع فتقل فرصة نجاح المصنع لتطبيق هذه التقنية.

2- امكانية تحسين اداء المنظمة: تشير هذه الركيزة الى تحسين اداء المنظمة ، اذ تتصف البيئة الناعية بديناميكية عالية وان التغييرات والتطورات تحدث وتحصل في كافة فقرات الصناعة اذ لابد للمصانع ان تهتم وبشكل كبير بتحسين ادائنها وذلك لضمان بقائها ونجاحها وذلك من خلال مايلي:

- الاحتفاظ بمستوى قليل من المواد الخام.
- الاحتفاظ بمستوى قليل من المنتجات التامة الصنع.
- خفض المخزون وحركة المخزون.
- فاعلية تطور المنتج الجديد والبحث عن تصاميم جديدة للمنتجات.
- تخفيض تكاليف قنوات التوزيع بالاعتماد على تقانات المعلومات والاتصالات الحديثة.
- تخفيض تكاليف التسويق.
- تطوير تقانات العمليات والمعلومات والاتصالات.
- تخفيض مستى التعقيد التقني.

3- تقانة العلمية ودراسة الجدوى لها: تتضمن هذه الركيزة ملائمة تقانة العملية دراسة الجدوى لها، وماهو حجم تغيير العملية التي ستكون مطلوبة للايصاء وبكلفة مناسبة؟ ولغرض تقدير مئمة التقانة العملياتية الخاصة بالمصنع يجب الاخذ بنظر الاعتبار التساؤلات الاتية:

- هل التقانة الحالية للمصنع تسمح بتصنيع منتجات حسب الطلب والرغبات الايصائية والفردية للزبائن؟
- ماهو اثر التقانة الجديدة في التكاليف الكلية للمصنع؟

- ماهو الاستثمار المطلوب؟ واي فترة زمنية يناسب المصنع الاجل القصير او المتوسط او البعيد؟
- ماهي الامكانيات التسويقية المطلوبة لدخول المصنع في علاقة قوية مع الزبائن؟

4- البيئة التنافسية: تعد احدى القابليات المتاحة امام المصنع لتطبيق الايصاء الواسع، اذ تشير الى المنافسة بين المصانع في البيئة التنافسية التي تعمل فيها، ففي هذه الحالة يتطلب من المصانع احداث تغيرات في مجالات العملية واستخدام التقانات التصنيعية والمعلوماتية والاتصالاتية الحديثة من جانب وبناء العلاقة القوية والدائمة مع الزبائن والاستجابة السريعة لطلباتها ورغباتها، اذ من خلالها تكسب ولاء الزبائن وزيادة رضاها، ولغرض تحليل البيئة التنافسية يجب الاخذ بنظر الاعتبار التساؤلات الاتية:

- ماهي المزايا التنافسية التي يحصل عليها المصنع عن طريق تطبيقه للايصاء الواسع.
- هل ان المصنع هو الاول في السوق لتقديم منتجات حسب الطلبات والرغبات الفردية والايصائية للزبائن؟
- ماهي طول المدة التي يستغرقها المنافسون لكي يظهرو ردود افعالهم امام هذه المنتجات الفردية والايصائية التي يقدمه المصنع؟

5- الاستعدادت التنظيمية: تهدف هذه الركيزة الى تطبيق الايصاء الواسع وتحقيق المزايا التنافسية عن طريق تهيئة الموارد التنظيمية المناسبة لتطبيق هذا النظام الجديد، فالقدرة على تطبيق هذا النظام تتطلب ايجاد ثقافة تنظيمية مناسبة، فضلاً عن قيام الادارة بتهيئة الامكانات المادية والبشرية والمعلوماتية اللازمة للتطبيق، بالاضافة الى الهيكل التنظيمي المن القادر على الاستجابة للتطورات والتغييرات السريعة والكبيرة في بيئة الصناعة وتعبر التساؤلات الاتية عن اهمية هذه الركيزة:

- هل لدى ادارة المصنع رؤية موجهة نحو زيادة قيمة الزبون بشكل كبير؟
- هل ان المصنع قادر على التسويق المتكامل والتصنيع والهندسة المتزامنة في نظام شامل ومشترك؟
- ما مدى النجاح الذي يمكن ان يحققه في تنفيذ المبادرات السابقة المطلوبة للتغيير؟
- هل الادارة العليا على استعداد لتقديم الدعم والمساعدات؟

- هل لدى المصانع الثقافة التنظيمية المناسبة التي تمكنه من تطبيق الايصاء الواسع وتحقيق المزايا التنافسية؟
- هل توجد لدى المصنع الامكانات المادية والبشية والمعلوماتية اللازمة لتطبيق الايصاء الواسع؟

تاسعاً / مفاتيح النجاح في تقنية الايصاء الواسع

لغرض تطبيق هذه التقنية يحتاج المدراء إلى تحويل عملياتهم إلى وحدات نموذجية واستحداث شبكة تربط بين هذه الوحدات بشكل يجعلها تتكامل مع بعضها بسرعة وفي أفضل مزيج لغرض ملاءمة المنتجات، وكثيراً ما يكون تنسيق الشبكة الديناميكية تنسيقاً مركزياً من حيث أن كل وحدة نموذجية تبقى محتفظة بصلاحيتها الإجرائية بالنسبة للعملية الخاصة بها، ويرى (Pine،1993)بان المفتاح لتحقيق التنسيق في وحدات انموذج العمليات الإنتاجية، يتمثل بنظام له خصائص رئيسة أربعة وهي:

1. **الفورية:**

إن عمليات التصنيع تكون قادرة على الارتباط فيما بينها بأقصى سرعة، فبعد أن يحدد الزبون مواصفات المنتج، يجب أن تُعرف تلك المواصفات بسرعة من خلال التعاون معه باستخدام البرامجيات وتحويلها إلى تصاميم ثم إلى مجموعة عمليات للصنع.

2. **الكلفة المنخفضة :**

إن اعتماد الايصائية يجب أن لا يؤدي إلى أي زيادة في كلف إنتاج المنتجات، عدا الاستثمارات الدولية، وان المنظمة التي تستعد لتطبيق تقنية الايصاء الواسع يجب أن تستخدم قواعد البيانات التي لديها للحصول على رغبات الزبائن واحتياجاتهم.

3. **الخلو من العيوب (الثغرات) :**

يحتاج التطبيق الكفء لفلسفة الايصاء الواسع – بالإضافة إلى الإمكانات والموارد المادية إلى دراسة بيئة التطبيق لتجنب جميع الثغرات في المنظمة. إذ أن وجود المشكلات بين مراحل الإنتاج يؤدي إلى ظهور عيوب في المنتج وتزداد تأثيراتها خلال شبكة الاتصالات وعلى مستوى أداء فريق العمل الفوري، الذي يعالج طلب كل زبون بشكل منفصل.

4. الانسجام (التوافق) :

ضرورة أن تكون فرق العمل الفورية منسجمة من اللحظة التي تؤلف فيها، لذلك يجب توجيه التقنيات المتعلقة بالمعلومات والاتصالات نحو تحقيق هذه الخاصية. وهذه التقنيات سوف تحقق الاتفاق بين كل من المنظمة والزبون.

قائمة المصادر

أولاً: المصادر باللغة العربية

1. العامري،عامر عبدالطيف كاظم،(2002) ،**العلاقة بين الايصاء الواسع و الانشطة الترويجية و اثرها على الاداء التسويقي للمنظمة**،رسالة ماجستير ،كلية الادارة و الاقتصاد، جامعة المستنصرية، بغداد،العراق .
2. صالح، ماجد محمد و اخرون، (2010)، **مرتكزات نظام الايصاء الواسع و مدى توافرها في معمل الالبسة الولادية بالموصل** ،مجلة تكريت للعلوم الاداريةو الاقتصادية، المجلد (6)، عدد(19) .
3. الطويل، اكرم احمد و الكيكي، غانم محمود احمد،(2009)،**امكانية تبني مداخل نظام الايصاء الواسع في المنظمة الوطنية لصناعات الاثاث المنزلي في الموصل**، مجلة تكريت للعلوم الاداريةو الاقتصادية، المجلد (5)، عدد(15) .
4. الطويل، اكرم احمد و السماك، بشار عزالدين، (2010)،**العلاقة بين مكونات رأس المال الفكري و اقامة مرتكزات تقانه الايصاء الواسع**، مجلة تنمية الرافدين ، مجلد(32)، العدد(98) جامعة موصل ،العراق.
5. قيادو، محمد عبدالعزيز، (2011)،**قضايا المعاصرة في التسويق**، كلية الادارة و الاقتصاد، جامعة تبوك، المملكة العربية السعودية .
6. وادي، ساهر عبد الخضر و عكار، زينب شلال، (2011)، **الايصاء الواسع و رضا الزبون**،المجلة الدورية لكلية الادارة و الاقتصاد ،المجلد الرابع، عدد (8).

ثانياً: المصادر باللغة الانكليزية

1- Ettlie، Ward and von، Hippel،(2011)،**Mass Customization**، SpringerBriefs in Business، DOI: 10.1007/978-3-642-18390-4_2، Paolo Coletti.

2- Jiao، R.J.، (2011)، **Prospect of design for mass customization and personalization**، ASME International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference، Washington، DC. Palo Alto، CA: Association for the Advancement of Artifical Intelligence.

3- Marten ter Harmsel، (2012)،**Mass customization as a solution for the Service Industry**، A case study of mass customization for service organizations،University of Twente School of Management and Governancem

http://essay.utwente.nl/61644/1/MSc_M_ter_Harmsel.pdf

4- -Nigel Slack، Stuart Chambers & Robert Johnston، (2004)،**operations Mangement** 4th، ed ، prentice Hall، Inc USA.

5- Tseng، M. M، Jiao J ،(2001) ،**Mass Customization. In: Salvendy G (ed) Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management**، 3rd ed. Hoboken، NJ: Wiley، DOI: 10.1002/9780470172339.ch25

6- Wang Y، Tseng MM ،(2013) ،**Customized products recommendation based on probabilistic relevance model**،. Journal of Intelligent Manufacturing، 24(5):951-960، DOI: 10.1007/s10845-012-0644- 7.

7- Yue Wang، (2017)،**Mass Customization**، 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems May 3rd – 5th.

الفصل التاسع

التصنيع الأخضر

Green Manufacturing

الفصل التاسع

التصنيع الأخضر

Green Manufacturing

تمهيد..

اتجهت أنظار المنظمات الصناعية في الوقت الحاضرنحو الحفاظ على البيئة من التلوث في ظل التطورات التقنية بالاعتماد على الاساليب الحديثة المستخدمة في عمليات الانتاج وما يصاحب ذلك في الحفاظ على البيئة من التلوث، لقد اصبح من الضروري البحث عن اساليب انتاج جديدة لانتاج منتجات صديقة للبيئة، لذا ظهر مفهوم التصنيع الاخضر (التصنيع صديق للبيئة)، الذي يهدف الى انتاج منتجات باستخدام اساليب واستراتيجيات لا تؤثر سلبا على البيئة، الامر الذي يتطلب على منظماتنا الصناعية اليوم على العمل في تبني هذه المفاهيم و الاساليب من اجل الحفاظ على البيئة، فضلا عن العمل على استدامة موارد المنظمة من خلال تبني اساليب العمل على استدامة موارد المنظمة من خلال تبني اساليب فاعلة تعمل على تنمية الموارد وجعلها في حالة ديمومة .

أولاً / التطور التاريخي للاهتمام بالتصنيع الاخضر

باتت المشاكل البيئية يوماً بعد اخر تطفو على مسرح الاحداث التي تواجهها البشرية ومحيطها البيئي الطبيعي، نتيجة السلوك المتوازن للانسان في سعيه لتعظيم اشباعه المادي باقل جهد ممكن من خلال تكثيف تطفله على البيئة الطبيعية بوصفها مصدراً للموارد ووعاءً يستوعب مخلفاته وملوثاته المتزايدة، فضلاً عن التوسع في عمليات التصنيع الذي اتسم باطراد يفوق بتسارعه التطور في وسائل التحكم والسيطرة عليها، وكنتيجة لهذه ظهرت مبادرات عديدة تركزت معظمها في التوجه نحو الحفاظ على البيئة ومنها:

1.عقدت الامم المتحدة عام (1972) مؤتمراً عرف بمؤتمر البيئة الانسانية ليكون احد معالم تاريخ التطور للفكر البيئي، الذي انتهى بتاسيس برنامج الامم المتحد للبيئة وكان الهدف منه تحفيز لمختلف اجهزة الامم المتحد للتعاون في الحفاظ على البيئة.

2.في عام (1990) وضعت الحكومة الهولندية خطة للسياسة البيئية الوطنية للحفاظ على البيئة والسيطرة على المخلفات والانبعاثات الملوثة لها، كما وضعت هدفاً لاستعمال المواد المدورة بحدود (75%) في منتجاتها.

3.عقد مؤتمر قمة الارض عام (1992) حيث تم فيه مناقشة قضايا البيئة والتنمية، واطلق علية باعلان ريو(RIO) والذي يضم (27) مبدا عن حقوق والتزامات الدول الموقعة فيما يتعلق بحماية البيئة والتنمية الشاملة.

4.في (29 حزيران 2002) اقر المجلس الوطني الصيني تشريعاً شاملاً للتصنيع الاخضر ودخل حيز التطبيق في مطلع كانون الثاني(2003).

5.على الصعيد الوطن العربي فقد جاءت بوادر الاهتمام بموضوع التصنيع الاخضر متاخرة، ولكن مع تنامي الاهتمام العالمي بقضايا البيئة جعلها تدرك خطر ذلك التدهور الذي اخذ يهدد اقتصادياتها فجاءت مبادرة المنظمة العربية للتنمية العربية الصناعية والتعدين بالتعاون مع الامانة الفنية لمجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة وبالتعاون مع منظمة اليونيدو للترويج لاقامة مراكز متخصصة للانتاج الانظف في الاقطار العربية.

6.في العراق تبين اهتمام واضح بموضوع حماية البيئة من خلال التشريعات واللوائح والتعليمات التي توكد على الجانب الوقائي والعلاجي للنفايات الملوثة الناجمة عن عمليات التصنيع للمنظمات الصناعية، الا ان الاهتمام النوعي لهذا النشاط كان بتشكيل وزارة البيئة عام (2004) بوصفها الجهة المسئولة عن قضايا البيئية في القطر.

هذا الموقف قابله حجم كبير من الجهود والدراسات التي بذلها العالم الصناعي والمؤسسات الاكاديمية والبحثية لاستكشاف تقنيات تتعاملمع تعقيدات التصنيع المتولدة عن عولمة الاسواق والبيئة التنافسية الصارمة.

وطبقاً للادبيات المنشورة فان هناك العديد من الانظمة التصنيعية، وإحدى هذه النظم هو التصنيع الاخضر الذي اعطى اهتماماً لعلاقة نظام التصنيع مع الموارد الطبيعية لتكون على علاقة قائمة على المحافظة عليها، واعادة تجديد تلك الموارد وقد شكلت هذه النظم نقطة تحول مميزة لهذه النظم مقارنة بنظم الانتاج الواسع.

ثانياً / ماهية واهداف التصنيع الاخضر

1. **مفهوم التصنيع الاخضر:**

يعد التصنيع الأخضر أسلوب وقائي في التعامل مع النفايات الخطرة قبل اللجوء لعمليات المعالجة أو طرحها للبيئة، ويتم ذلك عن طريق الحد من تكوين الملوثات في مصادرها، وذلك بأتباع الممارسات والطرق الإنتاجية الصحيحة في عمليات التصنيع والإنتاج داخل المصنع، واستخدام المواد التي تؤدي إلى تخفيض توليد الملوثات، ويشمل ذلك الممارسات التي تقلل استخدام المواد والطاقة والمياه، وإنتاج المواد الخطرة بالإضافة إلى تلك التي تحمي المصادر الطبيعية وتحافظ عليها، ويصفه (Banoo،2004) بأنه أسلوب وقائي لحماية البيئة من خلال كفاءة استخدام الموارد، والحد من النفايات بدلاً من معالجتها بعد تولدها. ويرى (Ninlawan، et al.، 2010) بأنها فلسفة أكثر من مجرد عملية، كونها تعبر عن الجهود والممارسات للتحسين المستمر. وهي العملية التي يتم من خلالها تقليص التلوث المستمر للبيئة من خلال استخدام بعض الممارسات لحماية الموارد، فضلاً عن استخدام تلك الموارد بكفاءة، في حين يعدها اخرون بأنها الالتزام بالأنشطة والممارسات التي من شانها أن تحافظ على نوعية حياة الأفراد ورفاهيتهم والحماية والأمان، وبالتالي دعم النمو الاقتصادي والاجتماعي. ووصف التصنيع الأخضر بأنه الممارسات الكفوءة في استخدام الطاقة والموارد المتاحة، بهدف تقليص التلوث والنفايات، كما يعرف بانه نظام لعمليات التصنيع التي هدفها الاستخدام الكفوء للطاقة، الماء، المواد الأولية، بهدف تقليل تلوث الماء والهواء وتوليد المخلفات، في حين وصفته سلطة حماية العمالة في كاليفورنيا، بأنه عملية التحسس لمختلف القضايا البيئية، وأخذها بنظر الاعتبار عند القيام بالعمليات الإنتاجية، ويمكن القيام بذلك عبر الاعتماد على الأسس التالية:

- جعل المنتجات قابلة للتدوير.
- استعمال مواد أولية سليمة من الناحية البيئية.
- استخدام مواد أقل.
- استخدام طاقه اقل.
- تصميم المنتجات بشكل يجعل من الممكن إعادة استخدام مكوناتها مرة أخرى.
- مواد معادة: وذلك من خلال إعادة جمع ما يتبقى من منتجات بعد استعمالها ومعالجتها ومن ثم إعادة استعمالها في العملية التصنيعية.

- يشير برنامج الأمم المتحدة للبيئة "انه التطبيق المستمر لإستراتيجية متكاملة للوقاية البيئية تطبق على كل من العمليات الإنتاجية، والمنتجات ، والخدمات وذلك من اجل زيادة الكفاءة الكلية أو الشاملة وتقليل المخاطرة المؤثرة في صحة الإنسان والبيئة".

- أما المكتب الوطني للوقاية من التلوث للحكومة الفدرالية في كندا فيرى بأن التصنيع الأخضر هو استخدام العمليات والممارسات ، المواد، المنتجات أو الطاقة التي تتجنب أو تقلل توليد الملوثات والنفايات، وتقليص جميع مخاطرها على صحة الإنسان أو البيئة.

تشير الأدبيات في ميدان التصنيع والبيئة ان خلال (25) سنة الأخيرة كان هناك تحول واضح في مداخل الوقاية البيئية في القطاع الصناعي، التي انعكست على المصطلحات المعبرة عن تلك المداخل ومن هذه المصطلحات (الإقلال، تعديل العملية التصنيعية، التقنية النظيفة، التقانة الأنظف، التصنيع الأخضر) إذ أن جميعها تؤكد على على الاستخدام الكفوء للموارد وتحجيم او احتواء النفايات والملوثات على طول دورة حياة المنتج وفي مصادر تولدها، وسنعتمد على على مصطلح التصنيع الأخضر كونه أكثر تمثيلاً وتعبيراً عن البيئة الخالية من التلوث، الذي نادت به العديد من حركات وجمعيات حماية البيئة منذ زمن بعيد.

حيث يعرف مجمع الموارد والهياكل في جامعة مشيكان الرسمية الأمريكية بأنه تحويل المواد والطاقة إلى منتجات مفيدة من خلال تصميم عمليات تحقق الترابط للعمليات الكيميائية والحياتية والآلية، وبالوقت نفسه تقلص النفايات تقلل التلوث وحماية الصحة الإنسانية والبيئة.

كما ويشير برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) عام (1996) على انه التطبيق المستمر لإستراتيجية متكاملة للوقاية البيئية تطبق على كل من العمليات الإنتاجية، والمنتجات ، والخدمات وذلك من اجل زيادة الكفاءة الكلية أو الشاملة وتقليل المخاطرة المؤثرة في صحة الإنسان والبيئة.

أما منظمة المواصفات الدولية (ISO) فان تعريفها للتصنيع الأخضر كان بأنه استخدام عمليات وخامات ومنتجات تحد أو تمنع أو تتحكم في التلوث مثل معالجة أو

إعادة تشغيل وتغيير عمليات ووسائل التحكم في النفايات واهم فوائد هذه العملية هو تقليل عائد التأثير على البيئة من هذه النفايات وزيادة الكفاءة وخفض التكاليف.

2. أهمية التصنيع الأخضر

على اثر التطور الصناعي وما رافقه من استنزاف غير العقلاني للموارد المادية والطاقة ، وما نجم من ذلك من ملوثات ألحقت الضرر بالإنسان والبيئة الطبيعية التي تعيش فيها على حد سواء، وبذلك ظهرت حاجة ملحة لتبني مدخل التصنيع الأخضر نظرا لأهمية هذا النظام والتي تتمثل في الآتي:

- **ترشيد استخدام الموارد والطاقة:**

ويتعلق بجهود المنظمة الصناعية لاستخدام موارد قابلة للتجديد واستخدام طاقة جديدة ونظيفة تطبق تقنية حفظ الطاقة، واستخدام موارد ثانوية كمواد ومواد ناتجة من أعمال التدوير لمواد أخرى.

- **تعظيم المنافع الاقتصادية:**

تسعى المنظمات الصناعية إلى تحسين كفاءتها الإنتاجية للحصول على منافع اقتصادية كبيرة عبر تقليص الكلفة، وزيادة القيمة المضافة للمنتجات.

- **تقليل الأذى الذي يلحق بالبشرية والبيئة الطبيعية:**

يترتب على سعي المنظمات الصناعية لتقليل التأثير البيئي السلبي الناجم من نشاطاتها تبني واختيار تقنيات إنتاج تقلص، أو تمنع توليد وانبعاث الملوثات، وبما يمكن من السيطرة عليها وهذا ينسجم من الأنظمة والقوانين والتشريعات البيئية، ويقلل من المخاطرة المتوقعة على الإنسان والبيئة.

3. أهداف التصنيع الأخضر

- مدخلات ومخرجات المواد والطاقة في محتواها غير خطرة.
- منع التلوث بدلاً من معالجته.
- التصميم للتفكيك وعمليات التنقية لتقليص استهلاك الطاقة واستخدام المواد الأولية.
- التعظيم الواسع لكفاءة الطاقة والمكان والزمن.

- تخفيض التعقيد للعمليات الصناعية والتصاميم للمنتج.
- التصميم لقابلية التحمل والمتانة وليس للشهرة.
- مقابلة الحاجة وتقليص الإسراف.
- تقليص تنوع المواد المستخدمة في تشكيل المنتج.

ثالثا / أسس التصنيع الأخضر

إن التصنيع الأخضر هو التحسس لمختلف القضايا البيئية، وأخذها بنظر الاعتبار عند القيام بالعمليات الإنتاجية ويمكن القيام بذلك عبر الاعتماد على الأسس التالية:

- جعل المنتجات قابلة للتدوير.
- إمكانية استعمال مواد معادة.
- استعمال مواد أولية سليمة من الناحية البيئية.
- استعمال مواد ومكونات أخف وزنا.
- استخدام مواد أقل.
- استخدام طاقه اقل.

- منتجات قابلة للتدوير: يتم هذا عبر تصميم منتجات بشكل يجعل من الممكن إعادة استخدام مكوناتها مرة أخرى

- مواد معادة أي ذلك عبر إعادة جمع ما يتبقى من منتجات بعد استعمالها ومعالجتها ومن ثم إعادة استعمالها في العملية التصنيعية

رابعاً/أسباب التوجه نحو التصنيع الأخضر

إن جدوى التوجه نحو الإنتاج الأخضر هو تزايد و عي الناس نحو التهديدات الموجودة في البيئة و المتمثلة في التالي:

1- تناقص المواد الأولية في الطبيعة، وخاصة الغير قابلة للتجديد.

2- الارتفاع المستمر في كلف الطاقة، وقرب انتهاء العمر الافتراضي لمصادر الطاقة الحالية، مع الحاجة للبحث عن مصادر بديلة.

3- تزايد معدلات التلوث البيئي، مما يشكل تدميرا للبيئة الطبيعية.

4- تغير دور الحكومات وزيادة وعيها البيئي، والمتمثل في سن القوانين والتشريعات لحماية البيئة، وتزايد الأصوات التي تنادي بالمحافظة على البيئة لجعلها مكانا آمنا للعيش للجيل المعاصر وللأجيال القادمة.

خامساً /متطلبات التصنيع الأخضر :

لغرض تطبيق نظام التصنيع الأخضر لا بد من توافر متطلبات تسهم في تطبيقه، اذ تعد هذه المتطلبات الركائز الأساسية لبناء النظام، وقد تم تصميم تلك المتطلبات بعد الاطلاع على العديد ذات العلاقة بموضوع التصنيع الأخضر لغرض تكوين تصور شامل ودقيق عن جميع المتطلبات التي يمكن أن يتضمنها التصنيع الأخضر، وتمثل متطلبات التصنيع الأخضر بالاتي :

1- استراتيجيات التصنيع الأخضر

إن احد الأهداف الرئيسية للتصنيع الأخضر هو زيادة كفاءة العمليات التصنيعية بشكل مستمر عبر تنفيذ استراتيجياته (4Rs) من تقليص استخدام المواد ، وبالتالي تقليل النفايات، إعادة التصنيع، إعادة الاستعمال، وتدوير المواد ذات القيمة لتجنب التخلص النهائي من المنتجات، اذ تتمثل استراتيجيات التصنيع الأخضر في التقليص، إعادة الاستعمال، إعادة التصنيع، وإعادة التدوير التي يطلق عليها اختصاراً (4Rs)، (Recycle، Remanufcturing، Reuse،Reduse) ، وفيما يأتي شرحاً لها:

أ- التقليص Reduce:

مصطلح يشير إلى عمليات التصنيع التي تكون اقل استهلاكاً للمواد الأولية والطاقة وطرحاً خارجياً اقل للنفايات ، والمصطلح بهذا المعنى يتطلب:

❖ البحث عن منتجات وتعبئة لها خالية من المواد السامة إن أمكن.

❖ إعادة تصميم المنتجات بما يجعلها اقل احتياجاً للمواد الأولية والطاقة لغرض إنتاجها ولها مدة استخدام أطول، أو يمكن استعمالها ثانية بعد استعمالها الطبيعي.

❖ شراء مواد أولية ذات مواصفات أو خصائص لا تستهلك بسرعة.

ب- إعادة الاستعمال Reuse:

هو إعادة استعمال للمنتجات أو بعض مكوناتها بعد انتهاء الغرض أو الوظيفة الرئيسية لها للاستفادة منها ثانية لأغراض أخرى، ويتحقق منها توفيراً في كلف شراء مواد او منتجات جديد، كما ويقلل كمية توليد النفايات، فضلاً عن كونه يتطلب القليل من الجهد مقارنة بمعيار التقليص.

ت- **إعادة التصنيع Remanufacturing :**

برزت إعادة التصنيع كإستراتيجية تصنيعية حديثة في العقود القليلة الماضية في قطاعات مختلفة منها السيارات، الأجهزة الكهربائية، الحاسبات، الهواتف، وتركز إستراتيجية إعادة التصنيع على مجموعة من المهام منها ، اختيار المنتج، النواحي المالية، وعوامل منظمية وقانونية، كما تمثل إعادة التصنيع إحدى استراتيجيات إعادة المنتجات بعد انتهاء عمرها والتي تمكن الزبائن من شراء المنتجات بكلف اقل.

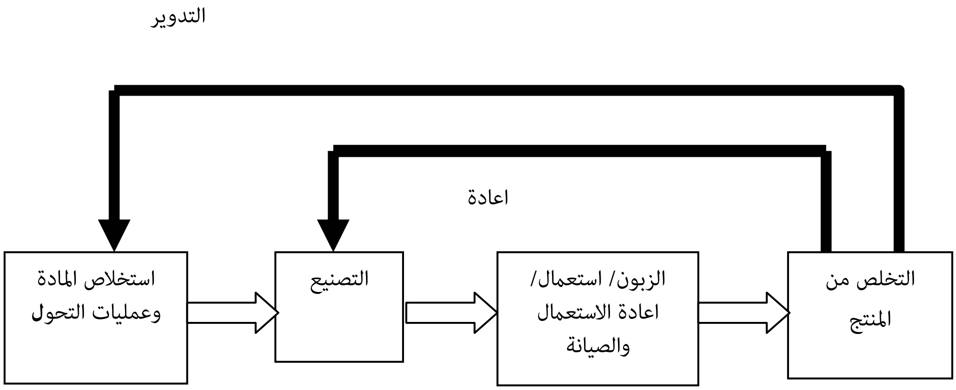
ث- التدوير Recycle :

هو إعادة المنتج أو المادة التي أصبحت في ظرف معين نفايات إلى مواد مفيدة من خلال مجموعة معالجات فيزيائية أو كيميائية أو حياتية، وتكمن فوائد التدوير بالنسبة للمنظمات الصناعية في الأتي:

- تقليل كلف النفايات إلى مواقع الطمر الصحي أو الحرق.
- تقليل كلف التخلص اللاحق من الرواسب للفضلات الناتجة عن عمليات المعالجة.
- التوفير الناتج عن الالتزام بالمواصفات القانونية والتعليمات الحكومية.
- تقليل كلف الإنتاج نتيجة تحسين الكفاءة في استخدام المواد الأولية والطاقة.

وباتجاه استكمال الصورة حول مصطلح التدوير يكون من المناسب تسليط الضوء على أوجه الخلط بين المفهوم المرادف له في بعض الدراسات، وهو مصطلح إعادة التصنيع (Remanufacturing) إذ أن الفرق الحقيقي بين إعادة التصنيع والتدوير يتحدد في إعادة التصنيع المنتج سيبقى محافظاً على وظيفته (الغرض الذي صنع من اجله) بعد عمليات إعادة تصنيعه، في حين التدوير سيجعل للمنتج وظيفة أخرى مختلفة عن وظيفته

السابقة التي عد فيها النفايات، بعبارة أخرى أن التدوير يترتب عليه تغيير حقيقي في طبيعة الوظيفة الأصلية للمنتج بسبب عمليات المعالجة التي تحتاجها النفايات احياناً.



الشكل(1)

الفرق بين إعادة التصنيع والتدوير

2- تكنولوجيا المعلومات الخضراء

ان مفهوم تكنولوجيا المعلومات الخضراء هو مصطلح شامل يشير إلى تكنولوجيا المعلومات السليمة بيئيا وأنظمتها وتطبيقاتها وممارساتها. ويتم ذلك من خلال إتباع ثلاثة مناهج وكما يلي :

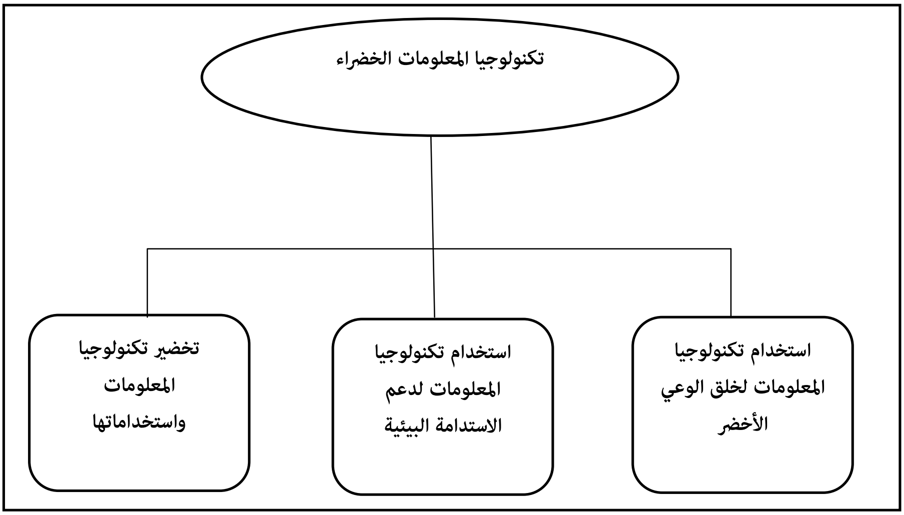
- تصميم وتصنيع واستخدام والتخلص من أجهزة الحاسوب والبرمجيات ونظم الاتصالات بكفاءة وفعالية دون أي تأثير يذكر على البيئة؛
- إعادة تدوير وإعادة استخدام منتجات تكنولوجيا المعلومات المصنعة.
- الحد من النفايات والتلوث عن طريق تغيير أنماط الإنتاج و الاستهلاك؛
- استخدام تكنولوجيا المعلومات ونظم المعلومات لتمكين - أي تقديم الدعم والمساعدة و تقديم الرفع المالي - المبادرات البيئية الأخرى على نطاق المؤسسة الكلي.
- تسخير تكنولوجيا المعلومات للمساعدة في خلق الوعي بين أصحاب المصلحة وتعزيز الأعمال الخضراء ، والمبادرات الخضراء.

ويـشير مفهـوم تكنولوجيـا المعلومـات الخـضراء او نظـم المعلومـات الخـضراء إلى منتجـات وممارسات تكنولوجيا المعلومات التي تهدف إلى تحقيـق منـع التلـوث، أو الإشراف عـلى المنتجـات، أو تحقيق التنمية المستدامة ". وينقل (Chowdury ، 2012) وجهة نظر مؤسسة التعليم العـالي في وصـف هذا المصطلح بأنه " عبارة عن نظام أداة مستدام تم تصميمه لإدارة البيانات والمعلومـات كمخرجـات من أجل دعم أنشطة بحثية خاصة، و/ أو دعم أنشطة صنع القرار".

عد تكنولوجيا المعلومات الخضراء ضرورة اقتـصادية فـضلا عـن أنهـا ضرورة بيئيـة ومـسوؤلية اجتماعية، إذ سيؤدي إدخال المزيد مـن الـضرائب واللـوائح الخـضراء إلى زيـادة كبـيرة في الطلـب عـلى منتجات تكنولوجيا المعلومات الخـضراء والحلـول والخـدمات. وبالتـالي بـدأ عـدد متزايـد مـن شركـات تكنولوجيا المعلومات والمستخدمين تطوير وتقديم منتجات وخدمات تكنولوجيـا المعلومـات الخـضراء. وفي الوقت الذي تحاول فيه المنظمات والحكومات تحقيق التوازن بين النمو والمخاطر البيئية، سـنكون مطالبين قانونيا وأخلاقيا و اجتماعيا بمنتجـات"خـضراء" لتكنولوجيـا المعلومـات وتطبيقاتهـا وخـدماتها وممارساتها .

إن دور تكنولوجيـا المعلومـات الخـضراء لا يقتـصر عـلى خلـق أنظمـة تكنولوجيـا معلوماتيه موفرة للطاقة (مثل الأجهزة والبرمجيات والتطبيقات) فحسب ، بل يسهم أيضا في خلق كفاءة في اسـتخدام الطاقـة، وفي العمليـات التجاريـة المـستدامة بيئيـا والممارسـات والنقل والمباني. وكذلك يمكن أن تدعم تكنولوجيا المعلومـات المبـادرات البيئيـة وتـساعدها وتستفيد منها في عـدة مجـالات وتـساعد أيـضا عـلى خلـق الـوعي الأخـضر. حيـث تـسهم تكنولوجيا المعلومات في حوالي 2-3٪ مـن إجـمالي انبعاثـات غـازات الدفيئـة. لـذلك، يمكـن للتطبيقات الأوسع لتكنولوجيا المعلومات في مجالات اقتصادية أخرى من تحقيق وفـورات كبـيرة في الطاقـة وتحـسين الاسـتدامة البيئيـة الـشاملة. ووفقـا لتقريـر سـمارت 2020، فـإن أكبر تـأثير لتكنولوجيـا المعلومـات سـيكون مـن خـلال تمكـين كفـاءة الطاقـة في القطاعـات الأخـرى، وهــي فرصـة يمكـن أن تحقـق وفـورات في الكربـون بحـوالي خمـس مـرات أكـبر مـن إجـمالي الانبعاثـات مـن قطـاع المعلومـات وتكنولوجيـا الكمبيـوتر بأكملـه في عـام

2020. ويمكن لتكنولوجيا المعلومات مساعدة المنظمات على الحد من آثارها البيئية في مجالات مثل انبعاثات غازات الدفيئة، والتلوث السام، واستهلاك الطاقة والمياه.



الشكل (2)

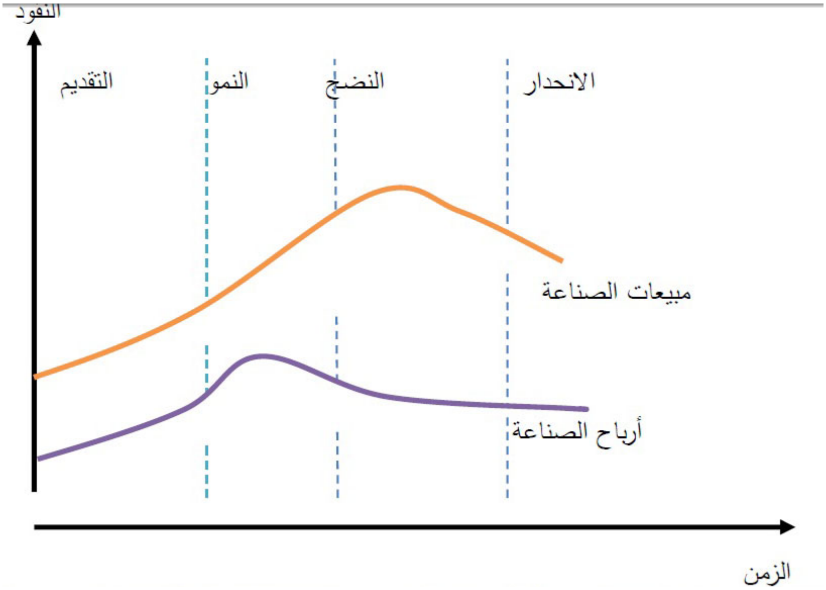
أبعاد تكنولوجيا المعلومات الخضراء

3- نظم الإدارة البيئية:

بعد النجاح الذي حققته منظمة المواصفات العالمية (Internashional Standardezation Organaiztion – ISO) في مجال نظم إدارة الجودة (ISO 9001) قررت اللجنة الفنية لمنظمة الايزو إصدار سلسلة المواصفات (ISO 14000) عام 1996 كمواصفة متخصصة بإدارة البيئة متضمنة عدة إصدارات، وتعد مقاييس سلسلة المواصفات (ISO 14000) هي مقاييس للعملية وليست للأداء، إذ لا توجد مؤشرات أداء محددة وإنما وضعت بإطار عام و مرن يسمح تطبيقه لمختلف المنظمات ، فضلا عن أنها تشمل وثائق إرشادية، وعند تطبيق نظام التصنيع الأخضر يتطلب تطبيق بعض المواصفات البيئية مثل نظام الإدارة البيئية - 2004: ISO 14001، الملصقات البيئية–0002: ISO 14020، انبعاثات الكاربون من المنتج- 2013: ISO 14067.

4- تصميم المنتج الأخضر:

من الصعب إعطاء تعريف دقيق وشامل لمفهوم المنتج الأخضر، حيث أن ذلك يتوقف على أمور كثيرة، منها الثقافة، عامل الوقت، توفر المواد الأولية، الإقليم الجغرافي، ولكن بشكل عام، يمكن القول بأن المنتج الأخضر هو ذلك المنتج الذي (يستخدم المواد الصديقة للبيئة)والتي يمكن أن تتحلل ذاتيا أو يعاد تدويرها، مع ضرورة متابعته خلال مراحل دورة حياته لضمان بقائه ضمن الالتزام البيئي.وهذا يشمل الابتعاد عن الهرمونات و المواد الحافظة الضارة، واستخدام الحد الأدنى من الطاقة اللازمة والمواد الخام، تجنب المواد الكيميائية السامة، واستخدام عبوات قابلة لإعادة التدوير. فعلى سبيل المثال، قد تقوم المنظمة بتسويق منتجات خضراء متنوعة مثل أجهزة كهربائية تساعد على ترشيد الطاقة، مواد غذائية خالية من المواد الحافظة والهرمونات والملونات، أجهزة الكترونية تعمل بالطاقة القابلة للتجديد مثل الطاقة الشمسية مثل بعض أجهزة الراديو والآلات الحاسبة التي تعمل بالطاقة الشمسية، بطاريات قابلة لإعادة الشحن تدوم لفترة زمنية طويلة جداً، منتجات يمكن تفكيكها و إعادة تدويرها كما فعلت شركة BMW في بعض الموديلات من سياراتها كإشارة على التزامها البيئي بإعادة التدوير، ومن الجدير بالذكر أن مثل هذه المنظمات تنتشر في أمريكا وأوروبا بشكل عام، ويمكن القول بأن المنتج الأخضر هو ذلك المنتج الذي يستخدم المواد الصديقة للبيئة والتي يمكن أن تتحلل ذاتيا أو يعاد تدويرها، مع ضرورة متابعته خلال مراحل دورة حياته لضمان بقائه ضمن الالتزام البيئي.



الشكل (3)

دورة حياة المنتج الأخضر

يتضح من الشكل السابق أن المنتج يمر عبر المراحل الآتية وهي:

- مرحلة التقديم :تمثل الظهور الأول للمنتج الأخضر في السوق.
- مرحلة النمو :تزداد المبيعات بشكل متسارع ويزداد هامش الربح وارتفاع المنافسة.
- مرحلة النضج : أطول مرحلة وهنا تنخفض الأرباح رغم ارتفاع المبيعات.
- مرحلة الانحدار: خروج المنتج من السوق وتغير المنظمة إنتاجها بإنتاج جديد تدخل به إلى السوق.

5- تقنيات نظام التصنيع الأخضر:

تسعى المنظمات إلى تعديل الأساليب التقليدية المتبعة في عمليات التصنيع باتجاه تبني أساليب محددة تضمن تطوير المنتجات كاستخدام مواد معادة واستهلاك طاقة اقل فضلا عن إمكانية إعادة استخدام هذه المنتجات لاحقاً، وتقليل الفضلات والانبعاثات

المصاحبة لعملية تصنيع المنتجات ، كما أن تحقيق أهداف التصنيع الأخضر يتطلب تنفيذ تقنيات خضراء فعالة والتي تتمثل في :

- كفاءة استخدام تكنولوجيا الطاقة.
- تقليص استهلاك المواد الأولية.
- تعديل العملية .
- تغيير تقنيات التصنيع.
- مراقبة العملية.
- الحد من التلوث والنفايات في العملية التصنيعية.
- اعتماد تقنيات للحد من انبعاثات الكاربون.
- الصيانة الخضراء.

6- اعتماد الجودة في تحسين العمليات التصنيعية:

إن تحسين عمليات التصنيع يأخذ دورا مهما بتقليص الملوثات والنفايات في التصنيع الأخضر وتحسين المنتجات المقدمة، زيادة كفائتها وتخفيض كلف الإنتاج، وتحقيق رضا الزبون من خلال تقديم منتوجات تلبي احتياجاته وذات جودة عالية، لذلك فتبني مداخل الجودة الحديثة للعمليات التصنيعية في نظام التصنيع الأخضر تؤدي إلى زيادة فاعلية الأنشطة والعمليات والمنتجات الخضراء وتقديم قيمة مضافة للركة وزبائنها، ومن هذه المداخل هي تقنية Six Sigma، تقنيات الجودة عند المصدر، كايزن Kaizen.

7- التغليف الأخضر:

التغليف الأخضر هو التغليف الملائم الذي يمكن إعادة استعماله وإعادة تدويره ولا يسبب التلوث على المنتج والبيئية خلال تقييم دورة حياة المنتج، إذ أن حماية البيئة والموارد المتجددة تتضمن نشاط التغليف الذي يحافظ على المنتج من المواد الخام وصولا إلى منتوجات تامة الصنيع ، وبالتالي فان عمليات التعبئة والتغليف تشمل جميع أنشطة التصميم الموجه إلى ضمان الأداء والجودة والتي تقلل من الآثار البيئية خلال مراحل تقييم دورة حياة المنتج من الإنتاج إلى المبيعات ، بما أن في ذلك التوزيع والتخزين والنقل، ويعد نشاط التغليف الأخضر من أكثر الأمور أهمية في التعاون مع الزون عبر وضع

المتطلبات البيئية وتبادل المعلومات من اجل تحسين تصميم الأغلفة الخضراء التي تسهم بتحقيق الأهداف البيئية وبناء صورة ايجابية لدى الزبون عن الركة، كما أن تطوير نشاط التغليف التقليدي وتحويله إلى التغليف الأخضر يأخذ ممارسات متعددة بنظر الاعتبار منها استخدام مكونات خفيفة الوزن في التغليف ومنع استخدام المواد غير الصديقة للبيئة، التقليص من استخدام المواد قدر الإمكان، وقابلية المواد لإعادة التدوير، والتي لا تقلل من التلوث البيئي فحسب وإنما توفر المواد الخام .

8- المسؤولية الاجتماعية والبيئية:

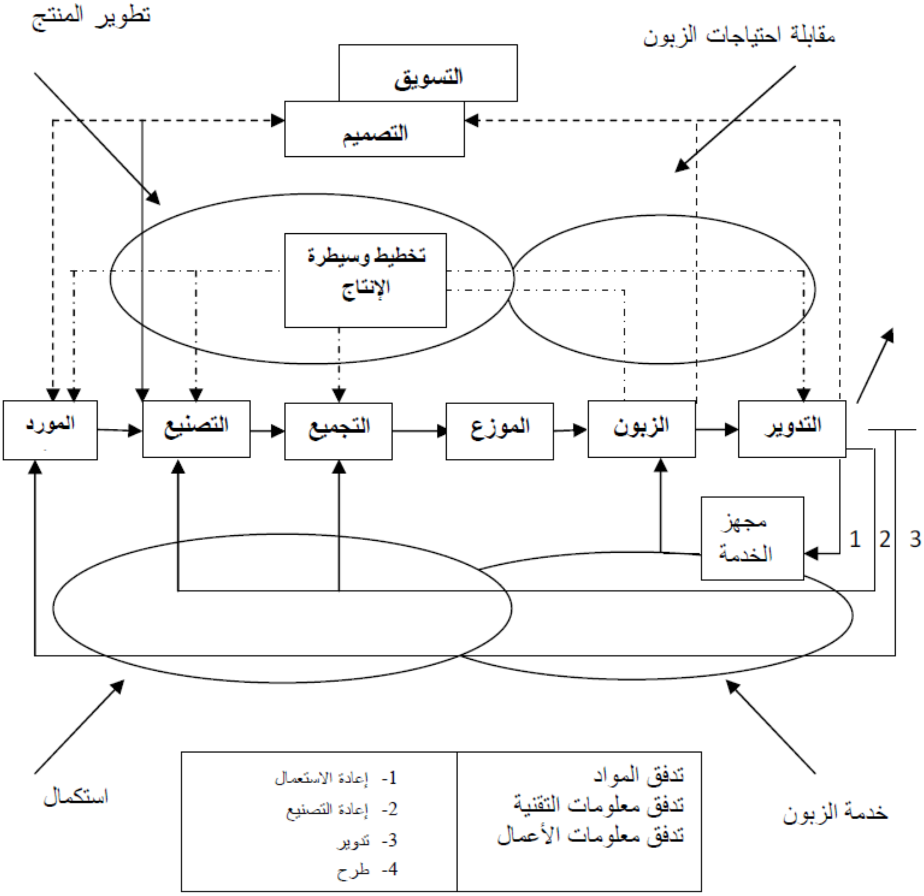
إن كافة المنظمات الصناعية تعد مسؤولية أمام المجتمع في عملياتها ، فهي تمارس نشاطاتها في المجتمع وتحصل منه على المواد الأولية والأيدي العاملة والمدخلات الأخرى ، وتقوم بتصنيع المنتجات تامة الصنع وبيعها إلى المجتمع، وبغية ضمان استمرار عمل المنظمات ينبغي عليها التكيف والسعي كعضو في المجتمع والالتزام بكل الأسس المرتبطة معه بما يضمن عدم الأضرار به.إن المسؤولية الاجتماعية والبيئية هي المسؤولية التي تلتزم بها المنظمة لإدارة تأثير عملياتها في البيئة والمجتمع، وهذا يتضمن كافة الأطراف من العاملين والمجهزين والزبائن والمجتمعات التي تعمل فيها ، إذ أن هناك علاقة مترابطة بين نظام التصنيع الأخضر والمسؤولية الاجتماعية والبيئية من خلال المنافع المتحققة منه في الجانب الاقتصادي والاجتماعي نتيجة تقليل استهلاك الطاقة وانخفاض التلوث والسعي نحو تحقيق التنمية الاجتماعية في المحافظة على الموارد الطبيعية، إذ أن بيئة التصنيع الحديثة التي تعمل فيها المنظمات العالمية تتوجه نحو تنفيذ المسؤولية الداخلية والخارجية لتحقيق الرفاهية للمجتمع .

سادساً / قياس الأداء الأخضر

تحتاج المنظمات الصناعية في سعيها لإدارة عملياتها بطريقة لا تلحق الضرر بالإنسان وبالبيئة من خلال اعتماد مدخل التصنيع الأخضر إلى وسائل لقياس مستويات أدائها البيئي، والتي تعكس مؤشراتها مدى التزامها بمعايير التصنيع الأخضر.

1- البعد البيئي وقياس أداء المنظمة الصناعية

في السابق كانت المنظمات تعتمد مؤشرات الفاعلية في تلبية حاجات الزبون والكفاءة في الاستعمال الاقتصادي لموارد المنظمة، ولكن مع تنامي الوعي البيئي بحجم الأضرار التي تلحقها عمليات المنظمات عموماً، والصناعية منها تحديداً من خلال نفاياتها وملوثاتها الناجمة من الاستخدام غير الكفوء للموارد وما يترتب عليها من آثار سلبية تلحق الأذى بالإنسان والبيئة، وجعل تلك المنظمات تدرك مدى الحاجة إلى معايير لقياس أدائها البيئي أي إدخال الاعتبارات البيئية ضمن معايير قياس أدائها الاقتصادي.وأسفرت الاهتمامات البحثية بهذا الشأن عن تقديم إطار عمل متقدم بهذا الشأن عرف بنظام قياس الأداء (ENAPS) ويوضح الشكل (4) أنموذج أعمال (ENAPS) الذي يعكس النظرة المستقبلية للمنظمة الصناعية، وكأنها قد ألغت نهاية حياة استخدام المنتج، كما ان البيئة هي بعد مهم في نظام (ENAPS) ليكون التركيز البيئي الكلي للمنظمة هو احد الأجزاء، الذي يضم ما يطلق عليه (الخيارات البيئية)، فضلاً عن دورة الحياة للمنتجات التي تم التركيز عليها، وتضم إعادة الاستعمال و التدوير، والأثر البيئي، ويتم على أساس ذلك تطوير عدد من المؤشرات الأداء البيئي على المستوى العملياتي.



الشكل (4)

نموذج الأعمال الذي قدمته مجموعة (ENAPS)

ومن أنموذج (ENAPS) تم اقتراح ثلاثة مستويات، فمؤشرات الأداء هي على مستوى المنظمة تمتاز بأنها عامة جداً، وتعطي التوجه العام للحجم والموقف المالي للمنظمة، في حين تستعمل مؤشرات الأداء على مستوى العملية لتحديد الأداء للعمليات التي تم تعريفها في إطار عمل (ENAPS)، وهذه المقاييس العامة للأداء والمؤشرات لكل

عملية أو وظيفة تم تطويرها مع الأبعاد الستة الأخرى لقياس الأداء وهي(الزمن، والكلفة، والجودة، والحجم، والمرونة، والأثر البيئي)، وبهذا يضع (ENAPS) المزيد من التركيز على البعد البيئي للأداء، من خلال أنموذج الأعمال العام وأبعاد قياس الأداء.

2- مؤشرات قياس الأداء الأخضر

تتمثل مؤشرات قياس الأداء الأخضر لكل مستوى من المستويات الثلاثة وهي :

(أ) : **مؤشرات على المستوى الاستراتيجي:**

وهي مؤشرات محددة كونها تعتمد لأغراض ضبط الاتجاه العام للمنظمة وتتضمن ما يأتي :

- وجود سياسة بيئية.
- الاهتمام البيئي الحقيقي.
- الإسهامات في تحسين البيئة .
- الوجود في مناطق مهدد بالتلوث.

(ب) : مؤشرات الأداء على المستوى التكتيكي:

هذه المؤشرات تركز بشكل رئيس على الأداء البيئي لما يعرف أحياناً باللاعبين في سلسلة التجهيز، والتي تمثل المنظمة جزءاً منها، وجوهر المجال الذي تغطيه هو:

- الخيارات الإستراتيجية، المقدمة من مجهزي المنظمة على طول نفس الخطوط على أنها مؤشرات تعرف على مستوى الاستراتيجي نفسها.
- المحتويات للبدائل المؤذية لمشتريات المنتجات الداخلة من المجهزين .
- المحتويات للبدائل المؤذية للمنتجات الخارجة والمسلمة بواسطة المنظمة إلى مواقع السوق.

(ت) : **مؤشرات الأداء على المستوى العملياتي:**

سيكون عدد مؤشرات الأداء عالياً على المستوى العملياتي، في الوقت نفسه في هذا المستوى أيضاً تكون الحاجة ملحة جداً لصياغة مؤشرات لحالات خاصة وواسعة أحياناً، بدلاً من محاولة تعريف مؤشرات عامة لكل عملية أعمال منفردة، والأبعاد الرئيسية للأداء في هذا المستوى:

- كميات النفايات المنتجة، والتي لها علاقة مع عمليات الأعمال.
- كمية الملوثات التي تطلق إلى الهواء، البحر، الأرض والمتولدة عن عمليات الأعمال.
- كمية الطاقة المستهلكة عن طريق عمليات الأعمال.
- كمية الموارد الطبيعية غير قابلة للتعويض أو التجديد والمستهلكة من عمليات الأعمال.

سابعاً/أبعاد التصنيع الأخضر

1- إلغاء مفهوم(النفايات) أو تقليلها: لقد تغير المفهوم التقليدي في التعامل مع النفايات وبقايا الصناعة ضمن التصنيع الأخضر، حيث أصبح التركيز على تصميم وإنتاج سلع بدون (نفايات)أو نفايات قابلة للتدوير بدلاً من كيفية التخلص منها، وذلك من خلال رفع كفاءة العمليات الإنتاجية، أي أن المهم هو ليس ما يجب أن نفعله بالنفايات، بل كيف ننتج سلعاً بدون نفايات.

2-إعادة تشكيل مفهوم المنتج: يتمثل في مواكبة تكنولوجيا الإنتاج لمفهوم الالتزام البيئي، بحيث يعتمد الإنتاج بشكل كبير على مواد خام غير ضارة بالبيئة، واستهلاك الحد الأدنى منها. فضلا عن ضرورة تدوير المنتجات نفسها بعد انتهاء المستهلك من استخدامها، وخاصة المعمرة منها، لتعود إلى مصنعها بالنهاية حيث يمكن تفكيكها وإعادتها إلى الصناعة مرة أخرى ضمن حلقة مغلقة. أما التغليف، فيعتمد على مواد خام صديقة للبيئة وقابلة للتدوير.

3- **وضوح العلاقة بين السعر والتكلفة:** يجب أن يعكس سعر المنتج تكلفته الحقيقية أو يكون قريبا منها. وهذا يعني أن سعر السلعة للتكلفة الحقيقية على المستهلك يجب أن يوازي القيمة التي يحصل عليها من السلعة، بما في ذلك القيمة المضافة الناجمة عن كون المنتج أخضر.

4- **جعل التوجه البيئي أمرا مربحا:** لقد أدركت العديد من المنظمات أن الإنتاج الأخضر يشكل فرصة سوقية قد تمنح المنظمة ميزة تنافسية وربما مستدامة. في الواقع، إن

معظم المنظمات تتنافس في السوق لتحقيق الكسب السريع، بغض النظر عن الآثار السلبية على البيئة. والمتمعن في المنافسة في السوق يدرك أن هذا يعتبر منفذاً تنافسياً استراتيجياً، يمكن أن يأخذ المنظمة إلى نوع آخر من المنافسة، وخاصة مع تنامي الوعي البيئي بين المستهلكين وتحولهم التدريجي إلى مستهلكين خضر. ومن مزايا هذا التوجه الاستراتيجي هو أن الهيئات الرسمية والغير رسمية تروج للتوجهات البيئية بشكل طبيعي ومستمر من خلال أجهزة الإعلام المختلفة. وفي ذلك مساعدة ودعم مجاني من هذه الجهات لجهود الترويج الخاصة بالمصانع التي تتبنى منهج الإنتاج الأخضر، وبالتالي سيكون هذا التوجه أمرا مربحا، وخاصة على المدى البعيد.

قائمة المصادر

أولاً: المصادر باللغة العربية

1- أمين، هنار إبراهيم، (2014)، **دور الذكاء الاستراتيجي في عمليات التصنيع الأخضر دراسة استطلاعية لآراء المديرين في عينة من مصانع المياه المعدنية في محافظة دهوك**، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، المجلد (20)، العدد (77).

2- العزاوي، محمد عبد الوهاب و السبعاوي ، إسراء وعد الله، (2013)، **دور استراتيجيات التصنيع الأخضر في تعزيز التنمية المستدامة، دراسة استطلاعية لأراء عينة من لأراء عينة من المدراء في المنظمة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوى**، كلية الحدباء الجامعة، البحوث المستقبلية، العدد (44).

3- جاسم، طارق علي، (2018)، **تخضير تكنولوجيا المعلومات للاستدامة البيئية**، (دراسة ميدانية)، كلية اقتصاديات الأعمال - جامعة النهرين، مجلة دنانير، العدد (14).

4- عادل ذاكر النعمة، (2007)، **اثر نظام المعلومات الإستراتيجية في متطلبات التصنيع الأخضر**، رسالة ماجستير، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل.

5- سامي عبد الحميد حماد، أيمن محمد الغمري،(2005)، **البيئة و التلوث**، المنصورة: المكتبة العصرية.

ثانياً: المصادر باللغة الانكليزية

1- Arindam Bhattacharya Rahul Jain Amar Choudhary، (2011)،**Green Manufacturing Energy، Products and Processes**، THE BOSTON CONSULTING GROUP • CONFEDERATION OF INDIAN INDUSTRY.

2- Bill Stough، CEO،**Green Manufacturing، Using Sustainable Development Principles to Achieve Greener Manufacturing on the Shop Floor**.

3- Baines ،Tim، Steve Brown، Ornella Benedettini and Peter Ball، 2012، Examining green production and its role within the competitive strategy of manufacturers، Journal of Industrial Engineering and Management، ISSN: 2013-8423.

4- Driessen، Paul H.(،2005،) Green Product Innovation Strategy، Dissertation Series ،Tilburg University، Tilburg، The Netherlands Center

5- Erek، K.، Schmidt، N.H.، Zarnekow، R.،& Kolbe، L.M. (2009). **Sustainability in information systems: Assortment of current practices in IS organizations**. Paper presented at the Americas Conference on Information Systems، San Francisco، California.

6- Harris، L.C. and Crane، A. (2002) ،**The greening of organizational culture: management views on the depth، degree and diffusion of change**، Journal of Organizational Change Management، Vol. 15، No. 3.

7- Lee، S. M.، Park، S.H.،&Trimi، S.، (2013)، **Greening with IT: Practices of leading countries and strategies of followers**. Management Decision، 51(3)، 629–642.

8- Minhaj A.A. Rehman، (2013)، **Green manufacturing (GM): past، present and future (a state of art review)**، World Review of Science، Technology and Sust. Development، Vol. 10.

9- Nancy Diaz-Elsayed، Annabel Jondral، Sebastian Greinacher، David Dornfeld، Gisela Lanza،(2013)،**Assessment of lean and green strategies by simulation of manufacturing systems in discrete production environments**، CIRP Annals – Manufacturing Technology 62

10- Paula I.D. ، G.P.Bholeb and J.R.Chaudharic، (2014)،**A review on Green Manufacturing: It's important، Methodology and its Application**.، 3rd International Conference on Materials Processing and Characterisation.

11- Qinghua Zhua، Joseph Sarkis،(2004)،**Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises**، Journal of Operation Management 22 (2004) 265-289.

12- Zhao، John Sutherland، Carol Handwerker، Jun-Ki Choi، Harrison Kim، Deborah Thurston،(2010)،**Integrated Sustainable Life Cycle Design: A Review**، Journal of Mechanical Design، Vol 132 .

الفصل العاشر

نظام التصنيع وفق المواصفات العالمية

World Class Manufacturing

الفصل العاشر

نظام التصنيع وفق المواصفات العالمية

World Class Manufacturing

تمهيد..

أدركت المنظمات عموماً والتي تبغي الاستمرار والتقدم ضرورة تبني منظور عالمي، وأن تعمل وتنافس في أكثر من بلد، وتشهد بيئة الإعمال في وقتنا الحاضر مستويات عالية من المنافسة، مما يحتم على أية منظمة ترغب بالتنافس عالمياً إعادة النظر في استراتيجيات التصنيع لديها، ونظمه، وفلسفاته الحالية، وفي القدرات والمهارات المطلوبة لإدارتها، وكل ما من شأنه التأثير في قدرات المنظمة للصمود أمام المنافسة العالمية ومواجهتها. وقد أخذ موضوع متطلبات مواصفات التصنيع العالمية يستحوذ على اهتمام المنظمات، وذلك لأهميتها الكبيرة بوصفها من الأدوات التنافسية المهمة للمنظمة والتي من خلال اعتمادها، تستطيع الصمود بوجه القوى والمؤثرات الموجودة في البيئة الخارجية المحيطة بها.

أولاً /نشأة وتطور فلسفة مواصفات التصنيع العالمية

تسعى المنظات لاسيما الصناعية منها إلى تحقيق هدفها المتمثل في البقاء والازدهار والتوسع، ولتحقيق هذا الهدف غالبا ما يتم التساؤل عن ماهي الاتجاهات الإستراتيجية لقادة التصنيع؟ وماهي أفضل الطرائق والمسارات للوصول إلى مستوى الريادة؟ الجواب عن هذين السؤالين ببساطة هو بالتحسين المستمر للعملية والذي ينبغي أن يكون عملية مستمرة بل لابد من استمرارها لتتمكن المنظمة من تحقيق هدفها .

من خلال النظر إلى المراحل التي مرت بها الصناعة يلحظ أنها مرت بعنصرين أساسيين، وهما عصر الصناعة الذي ضم التصنيع الحرفي والإنتاج الواسع الذي استمر من عام 1920 وحتى عام 1980. وفي بداية الثمانينات ظهرت تقنيات عصر ما بعد الصناعة الذي ضم الإنتاج الرشيق وتقنية الايصاء الواسع، والتصنيع الفعال والإستراتيجية الفعالة، إذ أن الأزمات الأخيرة في الاقتصاد الجديد أبرزت أهمية

الاهتمام بإدارة الجوانب الإستراتيجية والعملياتية في سلسلة التجهيز ما دفع إلى ضرورة الأخذ في الحسبان إتباع مناهج نظامية أكثر، والاهتمام بالجوانب الإستراتيجية من العمليات وليس فقط الجوانب التقنية والعملياتية. وكان للإنتاج الرشيق دور واضح في التحول المادي، وعليه فإن العوامل الرئيسية التي غيرت من مفهوم الإنتاج الرشيق إلى ثورة التصنيع العالمية هي:

- تقليل تتابع دورة حياة المنتج.
- صعوبة موثوقية التنبؤ بالطلب على المنتجات وقطع الغيار والمواد الشبه مصنّعة.
- عدم القدرة على القيام بالحساب المضبوط لحِمل المخرجات في نظام الإنتاج الذي يكون غير منتظم.
- زيادة مزيج السلع المنجزة التي يطلبها السوق لتلبية الطلب المتزايد.
- زيادة التنافس ما بين المنافسين في البلدان الناشئة التي يصعب مجاراتها من جانب التكاليف والجودة أيضاً؛ وعليه أصبح من اللازم على العمليات الإنتاجية الاستجابة لحاجة الأسواق.

فنظام التصنيع العالمي هو نظام متكامل يجمع ما بين دورة اللوجستيات والإنتاج من خلال:

- التحسين المستمر لجميع الخدمات.
- مشاركة جميع المستويات والتخصصات في المنظمة.
- اعتماد مبادئ الجودة الشاملة والإنتاج الرشيق والعمل المتكامل.

وبذلك انتقل المجتمع في العصر الأخير إلى عصر المعلومات الرقمية، ومصنع المعرفة، وفي ظل هذا التغيير باتت مواكبة التغيير في الصناعة ضرورة ملحة للمنظمات الصناعية والتي أصبحت تتنافس تنافسا شديداً لتصبح من المنظمات الرائدة في السوق العالمية، ولكي تحقق ذلك كان لزاما على تلك المنظمات من تبني مواصفات التصنيع العالمية ، الذي يمكنها بدوره من تلبية احتياجات الزبون ورغباته بالسعر المناسب، والجودة والوقت المناسبين، أو ببساطة إن المنظمات ذات مواصفات التصنيع العالمية هي تلك التي تتمكن من تحقيق التميز في التصنيع، ووضع المقاييس التي تحاول المنظمات

الأخرى اعتمادها، ولكي تصل المنظمة إلى الدرجة العالمية لابد من أن تكون جميع أنشطتها تحت السيطرة، بحيث تسيطر على عملياتها، ومواردها، وأسواقها، وزبائنها والمعلومات، وهذا لا يعني بالضرورة أنها تتخذ جميع القرارات، ولكن أن تكون مستعدة لاتخاذها عند حصول تغيرات غير متوقعة في البيئة الخارجية، وهذا بدوره يتطلب إعادة تعريف إستراتيجية العمليات واستبدال المفاهيم التقليدية السائدة بمفاهيم حديثة ، إذ أن الإستراتيجية التقليدية تختلف عن الحديثة في عدة عناصر يمكن توضيحها في الجدول الآتي:

الجدول (1)

مقارنة إستراتيجية التصنيع التقليدية وإستراتيجية التصنيع العالمية

العناصر الإستراتيجية	إستراتيجية التصنيع التقليدية	إستراتيجية التصنيع الحديثة
نموذج الإنتاج	العصر الصناعي، منطق عصر الإنتاج الواسع، اقتصاديات الحجم والمدى	عصر ما بعد الصناعة، منطق عصر المعلومات(اقتصاديات التكامل والمعرفة)
مهمة التصنيع	المبادلة مابين قدرات (الكتساب الطلب) او (اكتساب السوق)	قدرات مشتركة او تعاونية لغرض تسليم القيمة للزبون واحتفاظ الزبون بصورة جيدة عن المنتج في ذاكرته في السوق العالمية أو التوصل إلى مستوى الإستراتيجية الفعالة.
المكونات الإستراتيجية	الخيارات الهيكلية، خيارات البنية التحتية التي يتم تنظيمها لغرض أداء مهمة تصنيع واحدة.	مخطط خيارات هيكلية وخيارات بنية تحتية وخيارات تكامل المسار التي يتم تنظيمها وفقا لتغيرات وظائف القيمة من وجهة نظر الزبون وإستراتيجية العمليات.
براعة التقنية الفائقة	عملية تصنيع وظيفة تستخدم التكنولوجيا (تقنية) أحادية.	عمليات سلسلة القيمة / تجهيز بلا حدود يتم تسهيلها من خلال الوظائف المترابطة ذات العلاقات

		التبادليـة وتقنيـة تبـادل تنظيمـي متبادل.
خيارات العملية	الحجم واعتمادية دورة الحياة.	فعالية، واعتمادية سوق، تغيير سريع
خواص المنتوج	ملموسة(جودة المنتوج)	ملموسـة و غـير ملموسـة تتـضمن خـدمات إضـافة القيمـة وخـدمات أخرى تعد جزءاً لا يتجزأ من المنتوج او السرعة في الوصول إلى السوق.

إن إعادة تعريف إستراتيجية العمليات في الشركات ذات المواصفات التصنيع العالميـة تتطلـب التحول من القيم التقليدية في أداة العمليات، المنتوجات، والأنظمة إلى قيم الـشركات ذات المواصـفات العالمية وهذا التحول في القيم يوضحه الجدول (2).

الجدول (2)

التحول من القيم التقليدية إلى القيم ذات المواصفات العالمية

التحول من القيم التقليدية	**إلى القيم ذات المواصفات العالمية**
1. خصائص العملية	
التنظيم بشكل تدج هرمي	تحطيم الأشكال أو النماذج والحواجز
رقابة العاملين	تخويل السلطة للعاملين
استخدام تكنولوجيا ثابتة	استخدام تقنيات مرنة
تبرير العمليات بشكل عقلاني	معرفة العمليات بالحدس
تنسيق عمليات الإنتاج	تكامل العمليات
تثبيت عمليات الإنتاج	تكيف عمليات الإنتاج
2. خصائص المنتوج	
تعظيم الحجم/ تدنية الكلفة	الاستجابة المثالية للزبون
تنميط المنتجات	إنتاج منتوجات ايصائية
فهم/ قبول التعقيد	تبسيط التصميم
3. خصائص النظام	
العمل الفردي	فرق العمل
تحديد أو تعريف التركيز الوطني	تحديد او تعريف التركيز العالمي
إتباع خطط قصيرة الأجل	اتباع خطط طويلة الأجل
الكشف عن وحدة متراصة أو تناغم كلي	التفاعل على أساس التعددية الوظيفية

ثانياً /مفهوم مواصفات التصنيع العالمية

اكتسبت فلسفة مواصفات التصنيع العالمية اهتماماً متزايداً في السنوات الأخيرة، حيث بدأت العديد من المنظمات الصناعية الرائدة باتخاذ الإجراءات اللازمة للتحول إلى منظمات ذات مواصفات تصنيع عالمية، وكان التوجه نحو مثل هذه التحولات ناجماً عن ازدياد التوجه نحو عولمة الأعمال التي أدت إلى ازدياد حدة المنافسة حيث بات من الضروري أن تغدو هذه المنظمات أكثر كفاءة وفاعلية.

يطلق البعض على هذه التحولات مصطلح" ثوران التصنيع " "Manufacturing Upheavel" والذي يعني بداية ظهور تأثيرات التجديد على العاملين في المصنع إذ انه عندما تصنف المنظمة من تلك المنظمات ذات مواصفات التصنيع العالمية، فهذا يعني بأنها تمتلك عاملين يؤدون أنشطة ومهمات خاصة وبغض النظر عن مستوياتهم وفي الوقت نفسه ينبغي أن تعيد مثل هذه المنظمات النظر بزبائنها ، من خلال تحديد من هم الزبائن الذين تتعامل معهم .

يشير مصطلح مواصفات التصنيع العالمية إلى تلك المنظمات التي استطاعت أن تحقق درجة عالية من التميز في المنتجات، والعمليات ، وأنظمة دعم أو إسناد الأعمال وقد تمكنت هذه المنظمات من أدراك أهمية التصنيع في إستراتيجياتهم التنافسية ، وبذلك يمكن تعريف المنظمات ذات مواصفات التصنيع العالمية بأنها المنظمات التي تتمكن من تحقيق أو صنع أموال اكبر باستمرار مقارنة بمنافسيها، وهذا يمكن أن يتحقق فقط من خلال تحقيق تلك المنظمات لنجاح اكبر في إشباع حاجات زبائنها قياساً بمنافسيها.

أو هي المنظمات التي تتمكن من إرضاء زبائنها باستمرار من خلال تقديم المنتجات عالية الجودة، بأدنى التكاليف وبأقصر وقت أو التسليم بالوقت المحدد ، فضلاً عن اهتمامها بالسلامة الصناعية والروح المعنوية العالية للعاملين فيها.

يمكن أن تصبح المنظمات ذات مواصفات تصنيع عالمية إذا ما تمكنت من تلبية حاجات المستهلكين في السعر والجودة والوقت والكلفة المنخفضة، أو بشكل آخر أن المنظمات ذات المواصفات التصنيع العالمية هي تلك المنظمات التي تتمكن من تحقيق التميز في التصنيع ووضع المقاييس التي تحاول المنظمات الأخرى اعتمادها أو ضربها،فهي تلك المنظمات التي تستخدم مداخل" إدارة الجودة الشاملة"، التي تسعى باستمرار إلى تدريب وإشراك جميع العاملين فيها ويخولونهم لإجراء أنشطة التحسين المستمر ويستخدمون الفرق متعددة الوظائف لكسر الحواجز بين المصممين والمسوقين والعاملين في التصنيع ، ودائمة البحث عن وسائل تخفيض وقت دورة الإنتاج ، من أشهر إلى أيام واعتماد تقنية الحالة المعاصرة للمنافس وطرائق الإنتاج ذات الكلفة المنخفضة .

يمثـل التـصنيع العـالمي تركيبـة مـن المفـاهيم والمبـادئ والـسياسات والتقنيـات الإداريـة والعملياتية في المنظمات الإنتاجية وهي معتمـدة عـلى النتـائج التـي تـسمح بـالعودة إلى مـستوى التصنيع الياباني بعد الحرب العالمية الثانية واعتماد الأفكار التي اسـتخدمت في صـناعات الـسيارات والالكترونيات والصناعات الأخرى اليابانية وذلك بهدف تحقيق الميزة التنافـسية، والهـدف الرئيـسي من التصنيع العالمي هو التحسين المستمر للجودة والكلفة وزمن الإنتاج والمرونـة وخدمـة الزبـون. ان التصنيع العالمي هو إستراتيجية عملياتية ولكن أن لم تطبق بالشكل الصحيح فهي تـصنع أبعـاداً جديدة للإنتاج والتي تمثل الشمول للإنتاج السريع لمنتجات عالية الجودة وتحقيق السرعة في صـنع القرار وزيادة الإنتاجية. يعتمد التصنيع العالمي على تقليـل النظـام لجميـع أنـواع الكلـف والفاقـد التي قد يشارك بها جميع الموظفين وهي تعتمد على استخدام طرق دقيقة ومعايير وأدوات للإنتاج على مستوى عالميٍّ، والجدول أدناه يظهر طريقة عمل منهجية التصنيع العالمي حيـث مـن الواضـح ان هدف النظام هو الوصول إلى الهدر الـصفري والعيـوب الـصفرية والأخطـاء الـصفرية والخـزين الصفري وتعتمد قيم النظام على مشاركة الأفراد لصنع قيمـة أفـضل وزيـادة رضـا الزبـون بـاعتماد مدخل إدارة الجودة الشاملة.

الجدول (3)

مفهوم مواصفات التصنيع العالمية

<table dir="rtl">
<tr><th colspan="6">إدارة الجودة الشاملة TQM</th></tr>
<tr><th></th><th></th><th>TIE</th><th>TQC</th><th>TPM</th><th>JIT</th></tr>
<tr><td>الطريقة</td><td rowspan="4">نثر الكلفة</td><td>الهندسة الصناعية الشاملة</td><td>رقابة الجودة الشاملة</td><td>الصيانة الإنتاجية الشاملة</td><td>الوقت المطلوب</td></tr>
<tr><td>التركيز</td><td>تحسين الإنتاجية</td><td>تحسين الجودة</td><td>الكفاءة التقنية</td><td>مستوى الخدمة</td></tr>
<tr><td>الأهداف</td><td>الهدر الصفري</td><td>العيوب الصفرية</td><td>الأخطاء الصفرية</td><td>الخزين الصفري</td></tr>
<tr><td>القيم</td><td colspan="4">مشاركة الأفراد- خلق القيمة- رضا الزبون</td></tr>
</table>

مما سبق يتضح بأن فلسفة مواصفات التصنيع العالمية هي ليست برنامجاً لـه بدايـة ونهايـة ، بل هي عملية تحسين مـستمر تتطلـب الاسـتجابة للتغـيرات التـي تحـدث في الـسوق العالميـة لغـرض التكيف معها أو مجابهتها باسـتخدام المنظمـة لمـدخل تكـاملي في تطبيـق أنظمـة التـصنيع وفلـسفاته وتطبيقاته مثل التصنيع الآني وإدارة الجودة الشاملة واعتماد مبدأ مشاركة العاملين في عمليات تحسين الجودة باعتبار العاملين مورداً تنافسياً مهماً لا سيما بأنهم في مثل هذا النـوع مـن المـنظمات يتميـزون بامتلاكهم لمهارات ومؤهلات وروح إبداع ورغبـة في البحـث والتقـصي والاستكـشاف وممارسـة أنـشطة التحسين المستمر في أعمالهم اليومية كافة، هناك العديد من ممارسات التـصنيع العـالمي التـي تـساعد المنظمة على تحقيق أهدافها بفاعليـة وان اعـتماد هـذه المفـاهيم والممارسـات يـساعد المنظمـة عـلى تحسين كفاءتها وفاعليتها ومن أهم ممارسات التصنيع العالمي هي كما يلي:

- **كايزن (Kaizen)**: كايزن مصطلح ياباني يتكون من مقطعين (Kai) و (zen) حيث يمثل المقطع الأول (العمل) والمقطع الثاني (الجيد) حيث ان كايزن تعني التحسين المستمر إشارة إلى تقدم تـدريجي ومستمر لزيادة القيمة والشدة والتحسين.

- **التصنيع الرشيق:** إن مدخل التصنيع الرشيق هو مدخل يهدف إلى تحويل النشاطات التي لا تضيف قيمة إلى نشاطات ذات قيمة مضافة، والهدف الرئيسي من وراء تطبيـق التـصنيع الرشـيق هـو تقليل الهدر بهدف الاقتراب من طلب الزبون، ولكن التصنيع الرشيق يستهدف إنتاج المنتجات للزبـون بأقل كلفة وبأقصر وقت.

- **إدارة الجودة الشاملة**TQM: إن إدارة الجودة الشاملة هي مدخل تحسين للجـودة وتطبّـق بشكل متزايد في منظمات التصنيع والخدمة وتهدف إلى تحسين الأداء بالنـسبة للجـودة ورضـا الزبـون والربحية. العناصر الرئيسية في إدارة الجودة الشاملة هي (الجودة الـشاملة) و (الإدارة). كلمـة شـاملة تعني ارتبـاط جميـع المـوظفين الـذين يعملـون في المنظمـة، أمـا الجـودة فهـي (ملائمـة غـرض المنـتج للاستخدام) والإدارة تعني نظام الإدارة.

- **نظام الإنتاج في الوقت المحدد JIT**: هو مفهوم تـم تطـويره مـن قبـل (Taiichi Ohno 1982) بوصفه طريقة تحسين التصنيع المستمر وتعتمـد عـلى إزالـة جميـع أشـكال الهـدر في عمليـة التـصنيع بهدف تحقيق ميزة تنافسية عـلى المـنظمات الأخـرى وهـي تعتـبر طـرق إنتـاج وعمليـات خاليـة مـن العيوب.

- **5S**:و هي فلسفة نظامية لضمان الإنتاجية المثلى في مكـان العمـل وضـمان الجـودة والإنتـاج والسلامة،وتعتمد 5S على خمس كلمات يابانية معناها)فرز وترتيب وتألق وتوحيد و استدامة).

- **الصيانة الإنتاجية الـشاملة**: إن الـصيانة الإنتاجيـة الـشاملة Total Productive Management (TPM) هي إحدى برامج التصنيع العالمي التي ظهرت أثناء ثورة الجودة وتـساعد في تحقيـق انـسياب وظيفة التصنيع، ووظائف العمل الأخرى وتحقيق أرباح مستمرة وان الـصيانة الإنتاجيـة الـشاملة مـن الأدوات المفيدة في تحسين أداء التصنيع من خلال تعديل أو تكملة فاعلية المنشآت الإنتاجية.

- **إدارة سلسلة التجهيز:** وهي من الممارسات التـي تهـدف إلى إدارة تكامـل وتنـسيق العـرض والطلب والعلاقـات لتلبيـة متطلبـات الزبـون بأسـلوب فاعـل ومـربح. وحـسب(2006 ، Chopraetal) تتكون إدارة سلسلة التجهيز من منهجيات مختلفـة تـصنع التكامـل مـا بـين المجهـز والمـصنّع والمـوزع والزبون بشكل فاعل لغرض تحسين الأداء طويل الأمد في المنظمات.

- **6 Sigma** : تعتـبر سـتة سـيغما مـن المنـاهج النابعـة لتحـسين إنتاجيـة المنظمـة، وقـد ذكـر (2011،Brun) بان ستة سيغما هي مـدخل لتحـسين عمليـات التـصنيع وتعتـبر مـدخلا رسـميا منـضبطا لتعيين وقياس وتحليل وتحسين العمليات، والإشراف عليها وهي تقلل التباين وتقلل الهدر في العمليات وبمساعدة الأدوات والتقنيات الإحصائية.

ثالثاً/ أهداف فلسفة مواصفات التصنيع العالمية

أن هدف فلسفة مواصفات التصنيع العالمية الأساسي هو تعظيم القيمة بترتيب عمليات الإنتاج بما يساعد المنظمة على تحقيق عمليات خلق القيمة "Value- Creating Process" وهي العمليات التي تلائم التصنيع الذي يركز على المنتج ويعمل على تحقيق التكامل بين البرامج الأربع المرتبطة بفلسفة مواصفات التصنيع العالمية وهي :

1- التصنيع الآني .

2- إدارة الجودة الشاملة .

3- مشاركة العاملين .

4- الصيانة الوقائية .

أضاف " Shafer & Oswald" عنصر الصيانة الوقائية، وهي عنصر مهم في المنظمات التي تطبق أو تحاول تطبيق فلسفة مواصفات التصنيع العالمية لان أي عطل أو فشل أو انهيار في أية ماكنة أو معدة أو آلة ينتج عنه تأخير في تسليم المنتج للمستهلك مما قد يؤثر على سمعة المنظمة وثقة المستهلكين بها.

أما "Gaynor" فانه يصف المصنعين ذوي مواصفات التصنيع العالمية بأنهم أولئك الذين يهتمون بصياغة الإستراتيجية الفعالة التي تحقق اقتصاديات المعرفة التي سبق الإشارة إليها. وهي تتميز عن المنظمات الأخرى بتكامل عملياتها الإنتاجية ضمن أقسام المنظمة ومع أقسام المنظمات الأخرى التي تتعاون معها من خلال اعتماد أسلوب المشاركة أو منح الإجازات ، فضلا عن تحقيقها للتكامل مع المستهلكين والموردين انسجاماً مع عمليات خلق القيمة. مع ضرورة التأكيد على أهمية صياغة إستراتيجية عمليات فعالة تحقق اقتصاديات التكامل سواء التكامل بين أقسام المنظمة الواحدة أو التكامل مع المورد والمستهلك للعلاقة القوية بين أعمال المنظمة وبينهما ، إذ تركز المنظمة على خدمة الزبون وتقديم المنتجات التي تلبي حاجاته وتلائم ذوقه ورغباته ، وفي الوقت نفسه هي بحاجة إلى مورد موثوق به يستطيع توريد احتياجات المنظمة في الوقت المحدد وبمواصفات ومستويات جودة عالية لا تحتاج إلى عمليات إعادة فحص عند استلامها وبذلك تضمن السرعة في الإنتاج وانخفاض نسبة التالف والمعيب فيه.

فالمنظمات المصنفة ضمن تلك المواصفات التصنيع العالمية هي التي تؤكد على الأهداف بعيدة الأمد وتبتعد عن هدف الأرباح قصيرة الأمد ، وتهتم بالموارد البشرية والمرونة وتحسين علاقات العمل عن طريق التكامل بين تصميم المنتج وعملية الإنتاج، والقيام بالتحسينات المستمرة في المنتجات وفي عملية الإنتاج، وتعليم التكيف للتغيير.وهنا نجد تأكيداً على مبدأ التحسين المستمر الذي يعني إلا يكون التغيير في تصميم المنتج بقفزات سريعة، بل لابد أن تتأهب وتتهيأ المنظمة للتغيرات التي يمكن أن تطرأ على التقنية، أو الطلب لأسباب مختلفة، أو التغيرات الأخرى، حيث لا يمكن مواجهة مثل هذه التغيرات إلا من خلال عمليات التحسين المستمر وأنشطة البحث والتطوير.أو إن التحسين المستمر والسريع هو المرادف لفلسفة مواصفات التصنيع العالمية. والمهم أن لا تتعارض الأهداف فيما بينها، وان يتم التركيز على احد أهم هذه الأهداف وهو " تحسين المرونة" وكلما تمكنت الإدارة من التوفيق بين هذه الأهداف جميعاً كلما انخفض مستوى التحدي الذي تواجهه فيما يتعلق بضرورة الإسراع بخطى التحسين.

ومن جانب آخر نلحظ بان وظيفة التصنيع بشكل عام تضم ثلاث وظائف أساسية هي؛ تصميم المنتج والعملية، تخطيط الإنتاج ورقابته، عملية الإنتاج والهندسة، وفي المنظمات المصنفة ضمن تلك ذات مواصفات التصنيع العالمية فيتم إنجاز هذه الوظائف أو الأنشطة من خلال الأنظمة الآتية وبأسلوب تكاملي:

- الرقابة الشاملة على الجودة وإدارة الجودة الشاملة .
- التصنيع الآني وإدارة الخزين.
- التصنيع المتكامل المبرمج حاسوبياً .

رابعاً/ خصائص المنظمات ذات المواصفات التصنيع العالمية

هناك عدد مـن الخـصائص التـي تتبعهـا المـنظمات ذات مواصـفات التـصنيع العالميـة وهـذه الخصائص هي:

1- التأكيد على التعليم والتدريب المستمر لغرض تنمية الموارد البشرية من أجل السماح لكـل فرد بالمشاركة وبشكل فاعل في عملية التحـسين، فقـد بينـت بعـض الدراسـات أن الأفـراد العـاملين في المنظمات ذات مواصفات التصنيع العالمية يتلقون على الأقل (40) ساعة تدريب وتعليم في السنة.

2- الاهتمام الكبير بالتحـسين المـستمر و في جميـع أنـشطة المنظمـة، إذ تهـتم الإدارة بوضـع مقاييس للأداء التشغيلي التي من خلالها يمكن الوصول إلى هدف التحسين المستمر في كل من العمليـة والمنتج.

3- الاهتمام بتطوير الميزة التنافسية وذلـك بـالاعتماد عـلى الجـودة العاليـة للمنتجـات، إذ لا تستطيع المنظمات العالمية أن ترضي زبائنها فقط من خـلال تلبيـة طلبـاتهم، ولكـن مـن خـلال تجـاوز توقعاتهم، إذ يركز مفهوم مواصفات التصنيع العالمية على إسعاد الزبون وليس إرضائه فقط.

4- التأكيد على ضرورة الانتفاع من نظام المعلومات الإداريـة المتكامـل داخـل المنظمـة الـذي يربط الأفراد بالعملية.

وحتى تتمكن المنظمة من الوصول إلى مستوى مواصفات التصنيع العالمية عليها أن تضع خطة تتمكن من خلالها إجراء عمليات التحـول اللازمـة لبلـوغ هـدفها ، وقـد اقـترح "Gunn" اعـتماد ثـلاث خطوات لوضع مثل هذه الخطة وهي :

1. تقويم الذات: أي أن تفهم المنظمة قدراتها التصنيعية الحالية من خلال تقويمها للتكـاليف والمنتجات ووسائل الإنتاج وتقنيـة المعلومـات والعمليـات والجـودة وتـدفق المـواد والتجهيـز وقنـوات التوزيع والطاقة ودوران المخزون ، والدورة التشغيلية الحالية.

2. تقويم المنافسة : يتم من خلال الإجابة عن بعض الأسئلة الخاصة بالمنافسين مثـل : ما نوع الأنظمـة التـي يمتلكونهـا ، ومـا مـدى اسـتخدامهم لوسـائل الرقابـة الـشاملة عـلى

الجودة، ونظام التصنيع الآني ، وكيف يستخدمون تقنية المعلومات وغير ذلك من الأسئلة التي يمكن أن تساعد الإجابة عنها في تقويم المنافسين.

3. تحديد سلسلة الإجراءات والأفعال والممارسات والتطبيقات اللازمة لمواجهة المنافسة وتحقيق ميزة تنافسية: ويمكن تحديدها من خلال الإجابة على مجموعة أسئلة منها؛ ماهي القدرات المطلوبة للمستقبل ؟ ماهي التقنيات والفلسفات والتطبيقات المتطورة الموجودة لدى المنظمة حالياً؟ وكيف يمكن تفجيرها لتحقيق ميزة تنافسية؟

وأخيراً يمكن القول أن معظم المنظمات التي تميزت بأدائها العالي والتي صنفت ضمن المنظمات ذات مواصفات التصنيع العالمية كانت من المنظمات التي تمكنت من تطبيق فلسفات القرن الحادي والعشرين وأنشطته وفعالياته وممارساته اليوم ، لأنهم تمكنوا من رؤية الأشياء بشكل مختلف عن منافسيهم لكي يحققوا إداءً متميزاً عنهم وتمكنوا من تغيير وجهات نظر الإدارة انسجاماً مع الأبعاد الثلاث الآتية :

1. **الأسبقيات التنافسية :** التي تنطوي على تحديد الكيفية التي يتم من خلالها اعتماد المنافسة المعتمدة على القدرات في ضوئها.
2. **معايير أداء العملية** : التي تشير إلى الكيفية التي ينبغي أن تقّيم بها العمليات.
3. **مصادر إضافة القيمة** : التي تهتم بضرورة جعل مردودات أو عوائد الاستثمار أعلى ما يمكن.

ولا يكتمل مسار التحسين بمجرد تحديد هذه الأبعاد الثلاث بل لابد من ربطها بإستراتيجية عمليات المنظمة، وأنشطة البحث والتطوير، والأسواق والمنتجات، والعمليات وتقنية المعلومات، والمنافسين والموردين لتتمكن المنظمة من الوصول إلى مستوى مواصفات التصنيع العالمية.

خامساً / متطلبات تطبيق فلسفة مواصفات التصنيع العالمية

هناك عدد من العوامل المسئولة عن التطبيق الفاعل لممارسات التصنيع العـالمي وهـي مهمـة جدا لأنها تجعل التطبيق أسهل، بعض هذه العوامل هي:

- **التزام الإدارة العليا**: إن الإدارة العليا ضرورية لتطبيق أي برنامج جديـد وعـلى الإدارة العليـا في المنظمة أن تضع القوانين والتنظيمات الخاصة بالتطبيق الفاعل لأي برنامج.

- **التعليم والتدريب**: إن التعليم والتدريب جانبان مهمان في تطبيـق بـرامج الإدارة الجديـدة. بمساعدة التعليم والتدريب يحصل الموظف على المعرفة اتجـاه المفـاهيم الأساسـية وإجـراءات تطبيـق البرنامج.

- **التحفيز والتمكين**: على إدارة المنظمة أن تحفز موظفيها اتجـاه المـشاركة الفاعلـة في تطبيـق برامج الجودة الجديدة وقد يأخذ التحفيز عدة أشكال كالتحفيز المالي أو التمكين المعنوي.

- **القيادة المناسبة**: يجب أن تعطي الإدارة العليا في المنظمة التوجيه المناسب لغـرض التطبيـق الفاعل للبرامج الجديدة.

- **التخطيط المناسب**: يعتمد تطبيق أي برنامج إداري على التخطيط المناسب.

وحتى تستطيع المنظمة أن تصل إلى الدرجة العالمية هناك عدة متطلبات أساسية يمكن من خلال تطبيقها أن تصبح المنظمة ذات مواصفات تصنيع عالمية وهذه المتطلبات هي:

1- تخفيض المهل الزمنيةReduce Lead-Time

2- تخفيض الكلف التشغيلية Reduce Operational Costs

3- زيادة درجة وضوح الرؤية Increase Visibility

4- تخفيض زمن الدخول للأسواقReduce Time- to-Markets

5- تلبية توقعات الزبون Satisfy Customer Expectations

6- التوريد الخارجيOutsourcing

والآتي توضيح مختصر لهذه المتطلبات:

(2) - تخفيض المهل الزمنية

تعد المهل الزمنية من المقاييس الجيدة للحكم على مستوى الأداء، إذ تأخذ بالحسبان ما يحدث في جميع أقسام وشعب المنظمة وعلى الرغم من الدور الرئيسي الذي تؤديه المهل الزمنية في تعزيز المركز التنافسي للمنظمة، نرى أن معظم المدراء يجهلون أو ليس لديهم المعرفة الكافية عن المهل الزمنية في المنظمات المنافسة. وأن المنظمات التي تستطيع الاستجابة لطلبات الزبائن وبصورة أكبر من منافسيها ستتمكن من تحقيق زيادة في حجم الطلب على منتجاتها مقارنة بالمنافسين ويعد تخفيض المهل الزمنية ميزة تنافسية مهمة لأنها تسمح للمنظمة بإدخال منتجات جديدة إلى السوق بسرعة، فضلاً عن الاستجابة وبشكل سريع للتغيرات الضرورية في الطلب على منتجاتها، وتعبر المهل الزمنية عن قدرة المنظمة على تسليم منتجاتها إلى الزبائن بمدة زمنية قصيرة قياساً بالمنافسين الآخرين، كما أنها تشخص مدى مرونة الطاقة من خلال إجراء تغييرات في أحجام الإنتاج للإيفاء بمواعيد التسليم المجدولة، وبذلك تعد المهل الزمنية مقياساً للتسليم والمرونة معاً. وتعرف المهل الزمنية بأنها إجمالي الوقت المطلوب لإنجاز وحدة واحدة من المنتج، أي أنها المدة الزمنية التي تبدأ منذ استلام طلبات الزبائن، وتنتهي باستلام الزبائن للمنتجات. وتمر عملية خفض المهل الزمنية بعدة خطوات هي:

1- تحديد المنتج.
2- إدراج جميع الخطوات المطلوبة لانجاز المنتج من البداية إلى النهاية.
3- تحديد الوقت المطلوب لإتمام كل خطوة.
4- تحديد الخطوات التي لها قيمة مضافة للمنتج.
5- رسم العملية.
6- تحليل وقت الخطوات التي لا تحقق قيمة مضافة واستبعادها.
7- تحليل وقت الخطوات التي تحقق قيمة مضافة والعمل على تخفيضه.
8- رسم هذه العملية.

9- تحديد العملية الأفضل ذات أقل وقت مطلوب لانجاز المنتج.

10- رسم العملية الأفضل والعمل على تطبيقها.

(2)- تخفيض الكلف التشغيلية

إن المنظمات التي تعتمد على السعر أساساً في المنافسة يكون هدف خفض الكلف هدف مهم في وظيفة الإنتاج و العمليات لديها. إذ إن الإنتاج بكلف منخفضة يعني انخفاض الأسعار بالنسبة للزبون، وهذا ينطبق على المنظمات التي تعتمد في منافستها على السعر وبشكل أساسي. إذ إن جميع المنظمات تسعى دائما للإنتاج بكلف منخفضة، وان معظم المنظمات في الوقت الحاضر نرى فيها انخفاض كلفة العمل المباشر، إذ يبلغ مجموعها من إجمالي الكلف 20 % في حين تحت لكلف المواد الأولية أكثر من 50 % من إجمالي كلفة المنتجات المباعة، أما الباقي فهي كلف إضافية. وبما أن معظم كلف العمل المباشرة هي ثابتة، لذلك يمكن أن تسهم الأيدي العاملة الفاعلة في خفض زمن التصنيع الإضافي غير المخطط، أما فيما يخص النوع الآخر من الكلف فهي كلف المواد وتعد من أهم المجالات أو الفرص التي يمكن من خلاله اخفض الكلف التشغيلية، وذلك من خلال تحليل التكاليف الحالية، وكذلك تحليل استراتيجيات التعاقد والتي تخص المواد.

(3)- زيادة درجة وضوح الرؤية

لا يعتمد نجاح المنظمات في الوقت الحاضر على تسليم منتجات ذات جودة مناسبة وفي الوقت المناسب فقط، بل يحتاج هذا النجاح إلى وجود حلول متكاملة تتضمن الخدمات، وعمليات الإسناد، ووجود معلومات دقيقة ومتاحة في الوقت المناسب، ومتى ما يريده الزبون وكيفما يريده، وكل ذلك يفرض على المنظمات إجراء تحسينات مستمرة على أداء العمليات لغرض الوصول لتلك الحلول. ولتحقيق أفضل رضا للزبون وأفضل أداء للعمليات يجب على المنظمة أن تتبادل المعلومات وبأسلوب صحيح مع كل من مورديها وزبائنها، لذا فهي بحاجة إلى ما يعرف بوضوح الرؤية والتي تتعلق بقدرتها على مشاهدة المعلومات الخاصة بموارد المنظمة المتباينة وبأسلوب مفيد، واستخدام هذه المعرفة في اتخاذ أفضل القرارات، إذ يساعد وضوح الرؤية في التعرف على الأعمال

المنجزة وغير المنجزة، ولماذا تعمل بعض العمليات بشكل أفضل من غيرها وكل هذا يصب باتجاه تحسين الأداء.

(4)- تخفيض زمن الدخول إلى الأسواق

إن تقديم وتطوير المنتجات وإدخالها للأسواق يعد من الأمور المهمة للعديد من المنظمات، ولكن هذا لا يعد كافياً ما لم تكن هناك إدارة جيدة لعمليات إدخال تلك المنتجات إلى السوق بالشكل الذي يؤدي إلى تحقيق ميزة تنافسية، أو قد يمثل درجة عالية من المخاطرة المتمثلة بفقدان الفرص السوقية. ومن الأمور التي تجعل من الضروري إجراء تغييرات على المنتج هي بحوث السوق، وطلبات الزبون، والتطورات التقانية، والضغوط التنافسية وغيرها، ويجب أن تكون هذه التغييرات والتحسينات التي تحصل في المنتج سهلة التطبيق، وذات كلف منخفضة، وأن يؤخذ بنظر الاعتبار عند تصميم المنتج والعملية التعاون بين جميع الوظائف ذات العلاقة داخل المنظمة بحيث يتم التأكيد من خلال ذلك التعاون بين الوظائف على أن المنتج الجديد سيلبي احتياجات الزبون (التسويق والمبيعات)، وأن سعره سيولد أرباحاً مناسبة (التسويق والمحاسبة) وبالإمكان تصنيعه (الإنتاج، هندسة الإنتاج، المشتريات، والموردين)، كما ويلاحظ في الوقت الحاضر أن دورة حياة المنتج قد أصبحت أقصر مما كانت عليه، وهذا أدى إلى زيادة أهمية تطوير المنتجات، وعليه فإن سرعة تطوير المنتجات وبشكل مستمر يمكن الشركة من الحصول على ميزة تنافسية.

(5)- تلبية توقعات الزبون

إن التوقعات حول المنتجات تسبق عملية الشراء، وبعدها يتم مقارنة هذه التوقعات مع الأداء الفعلي للمنتج بعد عملية الشراء وعندها يتم تحديد مستوى الرضا، إذ تنشأ حالة الرضا عندما تكون المنافع المستلمة تقابل أو تفوق توقعات الزبون، ولكن إذا ما كانت التوقعات أكبر من المنافع المستلمة تكون هناك حالة عدم الرضا ومن الأمور الواجب أخذها بنظر الاعتبار عند تصميم المنتجات هوأن يكون هذا المنتج ملبياً لاحتياجات الزبائن، ولغرض الوصول إلى ذلك يجب الأخذ بالآتي:

- الحصول على البيانات الخاصة بحاجات الزبون.

- توصيف تلك الحاجات.

- وضع أسبقية لتلك الحاجات.

- ربط الحاجات مع التصميم.

وحالما يتم تحديد حاجات الزبون وتوصيفها ينصب التركيز نحو إيجاد الآلية أو الأسلوب المناسب لربط تلك الحاجات مع عمليات تصميم وتصنيع المنتجات، وهذا يتم بالاعتماد على مفهوم نشر وظيفة الجودة والذي يهتم بترجمة حاجات الزبون إلى مواصفات فنية.

(6)- تنظيم عمليات التوريد الخارجي

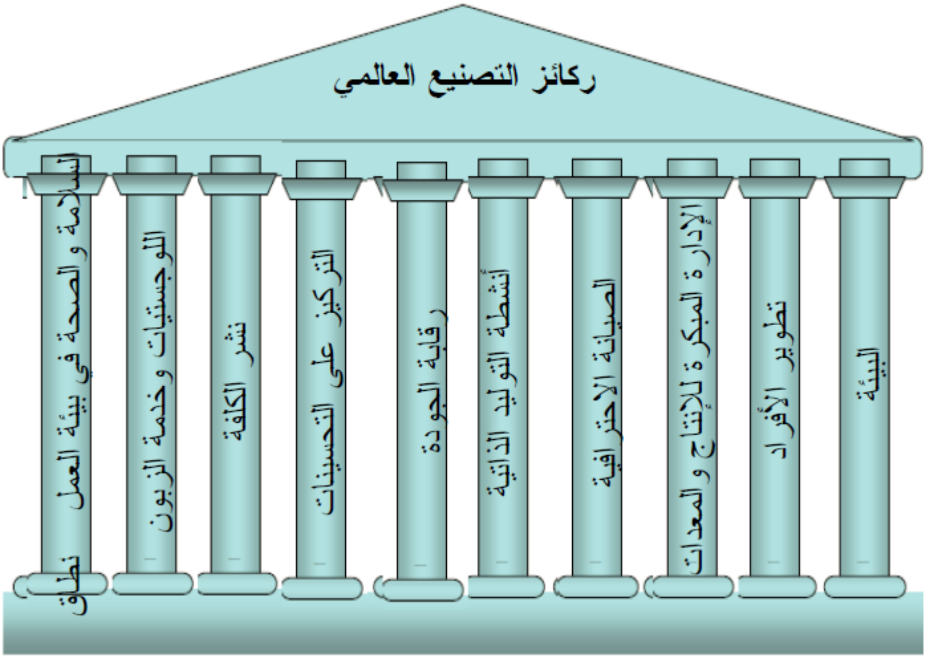
ويقصد به الاعتماد على أطراف من خارج المنظمة في الحصول على المدخلات اللازمة للإنتاج،وإن اتخاذ القرار الخاص بصنع المواد أو شرائها، أو قد يسمى أحياناً توريد المواد من الداخل، أو توريدها من الخارج وأحياناً يطلق عليه قرار الاعتماد على التكامل العمودي أو عدم الاعتماد على التكامل العمودي، ومهما كان ذلك القرار وتحت أي من المسميات فإنه نادراً ما يكون بسيطاً أو من السهل اتخاذه وقد زادت منظمات اليوم من درجة اعتمادها على الموردين للحصول على احتياجاتها من المواد والمستلزمات، وهنا يثار تساؤل مفاده كيف تحدد المنظمة أي المنتجات سيتم صنعها داخلياً وأي منها ستشتري؟ والإجابة هنا تدور باتجاه مراعاة عدة عوامل لابد من أخذها بنظر الاعتبار عند اتخاذ قرار الشراء أو التصنيع وأبرزها:

- الأهمية الإستراتيجية لعملية صنع المنتجات داخلياً.
- طبيعة الطلب على المنتج وهل هو عال أم منخفض؟ مستقر أم متذبذب؟
- الخبرات التقنية بالنسبة للمنظمة وكذلك بالنسبة للمورد الخارجي.
- جودة المنتجات المنتجة داخلياً وجودتها إذا كانت مشتراة.

(7)-إدارة مواقع متعددة ومواقع عالمية

لقد أدرك العديد من مدراء المنظمات بأن منظماتهم تعمل في سوق عالمي، وإنها تواجه متغيرات عالمية تعد مصدراً للفرص والتهديدات، وهذا يستلزم منهم الاستجابة لها، وكذلك فإن نظرتهم لهذه القوى البيئية العالمية لابد من أن تكون مفتوحة بحيث تتيح لمنظماتهم وبشكل حر من بيع المنتجات وشرائها من أي بلد تختاره، وأيضاً لها الحرية في المنافسة مع المنظمات الأخرى، وليس هذا فحسب بل بإمكانها إقامة تحالفات مع الغير كي تصبح من المنظمات المنافسة القوية عالمياً.وهذا كله يفرض على المدراء الأخذ بنظر الاعتبار تلك القوى العالمية أثناء وضع الخطط والاستراتيجيات وأيضاً أثناء عملية تصميم المنتجات لتلبية احتياجات السوق العالمية، والبحث عن موردين من مناطق جغرافية أخرى والتعرف على الأنظمة والتشريعات المحلية، وعمليات الاستيراد والتصدير ومتطلباتها، واعتبارات الثقافة، واللغة، والدين أثناء وضع الملصقات وعمليات التوثيق والقيام بالأنشطة التسويقية .

ويرى كلا من (Dokic et al. ،2012) إن نظام التصنيع العالمي يعتمد على عشرين ركيزة كما يظهرها الشكل رقم (1) حيث تم تقسيم ركائز التصنيع العالمي إلى مجموعتين، عشرة منها تقنية وعشرة منها إدارية.



الشكل (1)

ركائز التصنيع وفق المواصفات العالمية

يجب ان تحقق كل ركيزة تقنية هدفا معينا تدعمها ركيزة إدارية، والركائز الإدارية هي متطلبات يجب تلبيتها لتحسين ظروف العمل وتقدم الركائز التقنية. كل ركيزة تقنية تتبع معايرا إرشادية يجب أن تمر بسبع خطوات لتلبية مهام معينة. تتعدد الركائز وتتعدد أهدافها ولكنها ترتبط ارتباطا وثيقا مع بعضها ولا يمكن العمل دون أي منها، فعلى سبيل المثال ركيزة السلامة تستهدف إزالة الحواجز وركيزة نشر الكلفة تهدف تشخيص المشاكل من وجهة نظر التكاليف وإزالتها، وركيزة التحسين المركّز وهي تطوير المعرفة الجديدة وتقليل التكاليف باستخدام الطرق المناسبة، اما ركيزة تنظيم مكان العمل والصيانة الذاتية تهدف الى زيادة تنافسية الأفراد في المصنع خاصة في الأماكن التي تم تشخيص التكاليف العالية فيها فستحتاج إلى عمل مكثف، وعليه فان الركائز مثل سلسلة

مترابطة تنبني على الأهداف الأخرى. أما الركائز الإدارية العشرة وهي الأساس للتصنيع العالمي فهي كما يلي:

1. **الالتزام:** إذا لم يكن أعضاء مجلس الإدارة واعين أو داعمين للإدارة في تحقيق مستوى التصنيع العالمي فإن النتيجة هي الفشل.

2. **الارتباط:** جميع الأفراد يجب أن يكونوا واعين لأهداف المنظمة وان يكونوا جزءا منها.

3. **الاتصالات:** قبل أن يلتزم الأفراد بالمفاهيم أو المثاليات التي تتصرف المنظمة على أساسها يجب أن يفهموا كيفيات وأسباب القرار وأهدافه فمن المهم على الأفراد معرفة أدائهم مقابل الأهداف الموضوعة لهم وكيف يتقدم العمل اتجاه تحقيق الهدف.

4. **الفهم:** فهم ما هي المشاكل وأين تكمن وما هي نقطة البداية في صنع التحسينات.

5. **القياس:** إن القياس مفتاح تشخيص المشاكل كمياً ووضعها وفق أولويات وتحديد فاعلية نشاطات التحسين. من الضروري قياس الأداء قبل وبعد التطبيق لتحديد مدى التغييرات التي تحسن الأداء.

6. **النشر(التوظيف):** النشر هو ترجمة الأهداف إلى أفعال.

7. **التطبيق:** وهو تطبيق الحلول الصحيحة وبقوة مع الأفراد المطلوبين لتشخيص المشاكل الأساسية لتحقيق النجاح ويمكن للأفراد أن يتعلموا أشياء أفضل من خلال القيام بها والنمو.

8. **التقييم:** يجب أن يكون التقييم جزءا متكاملا من عملية التحسين لمعرفة ما إذا كانت المشاكل قد تم حلها.

9. **المعيارية:** ما إن اكتملت دورة التقييم ستظهر الحاجة إلى معيارية طرق إدارة العمليات لتحقيق استدامة النتائج بعد حل المشاكل.

10. **التوثيق:** أن التوثيق هو تراكم سر المعرفة التي يمكن استخدامها في المنظمة في مناطق أخرى مستقبلاً.

وفي ضوء المتطلبات يمكن صياغة المعوقات التي تعيق التطبيق الناجح لممارسات التصنيع العالمي هي:

- نقص في الدعم الإداري في الإدارة العليا.
- ضعف التخطيط.
- المقاومة الثقافية.
- نقص في المعرفة.
- نقص في الاتصالات.
- نقص في الإبداع.
- نقص في التعليم والتدريب.

قائمة المصادر

أولاً: المصادر باللغة العربية

1- الطويل،أكرم أحمد و الدباغ، محمد منيـب، (2009)، **إمكانيـة تطبيـق مواصـفات التـصنيع العالمية**- دراسة استطلاعية لآراء عدد من مدراء شركتي سامراء ونينـوى لـصناعة الأدويـة والمـستلزمات الطبية، مجلة تنمية الرافدين العدد (93)، المجلد (31)، كلية الإدارة والاقتصاد-جامعة الموصل.

2- محمود، محمد منيب و الكيكي، غانم محمود أحمد ، (2010)، **أثر خصائص معلومات البيئة الخارجية في اعتماد متطلبات مواصفات التصنيع العالمية**، مجلة تنمية الرافـدين، العـدد(98)، مجلـد (32) كلية الإدارة والاقتصاد-جامعة الموصل.

ثانياً: المصادر باللغة الانكليزية

1- Antonella Petrillo،**(2019)، de Felice، Fabio and Zomparelli، Federico**،،Performance measurement for world-class manufacturing: a model for the Italian automotive industry،Total Quality Management & Business Excellence Volume 30، - Issue 7-8

2- Abhijeet K، Kuldip Singh Sangwan، (2007)،**Development and Validation of performance Measures for world، class Munfacturing Practices in India**، Journal of Advanced manufacturing systems،Vol. 6، No. 1.

3- Ashish Kumar، B.S. Sahay، K.B.C. Saxena، (2000)،**World-Class Manufacturing — A Strategic Perspective**، Macmillan India Limited، N. Delhi.

4- D'Orazio Lorenzo، Roberto Messina and Massimiliano M. Schiraldi، (2020)،**Industry 4.0 and World Class Manufacturing Integration: 100 Technologies for a WCM-I4.0 Matrix**،*Applied Sciences* **—** OpenAccess Journal،4942; doi:10.3390/app10144942.

5- Digalwar A.K.، Metri، B.A. **Performance measurement framework for world class manufacturing**، International Journal Applied Management & Technology vol. 3(2).

6- Dokic Ivan ، Slavko Arsovski، Snezana Pesic، (2012)،**quality and world class manufacturing** ،6th International Quality Conference ، Center for Quality، Faculty of Engineering، University of Kragujevac.

7- Digalwar Abhijeet K. and Kuldip singh Sangwan، (2007)،**development and Validation of performance measures for**

world class manufacturing practices in India، journal of advanced manufacturing systems، Vol. 6 No. 1.

8- Goyal،Ravi Kumar and Kapil Maheshwari، (2013)،**A roadmap for successful world class Manufacturing in Indian Automotive industries**، International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Sciences، Vol. (2)، No. (1) .

9- Moraes Oliverira Gustavo ،Rfael Ignan Machado، (2019) ،**Energy efficiency study throughout the industrial operation of a multinational household appliances manufacturing company in Brazil**، the *26*th Life cycle Engineering conference

10- Sandeep ، Rajesh Kumar Attri ، Nitin Panwar، (2016)،**World Class Manufacturing (WCM) Practices: An Introspection**، International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e-ISSN: 2395 -0056،Volume (03)، Issue (05).

11- Sangwan Kuldip Singh and Abhijeet Digalwar، (2008)، **Evaluation of world-class manufacturing systems: a case of Indian automotive industries**، Int. J. Services and Operations Management، Vol. (4)، No. (6).

12- Teresa Murino، Giuseppe Naviglio، Elpidio Romano and Luigi Guerra، (2012)،**a world class manufacturing implementation model**، conference: a pplied mathematics in electrical and computer engineering ، ISBN: 978-1-61804-064-0.

الفصل الحادي عشر

الإنتاج الأنظف

Cleaner Production

الفصل الحادي عشر

الإنتاج الأنظف

Cleaner Production

تمهيد..

أدرك القادة الصناعيين بمرور العقود الماضية أهمية البيئة التي يعملون بها،وشجع الكثـيرون منهم على تطبيق مبادرات تطوعية لتخفيض الأعباء عليها،وهذا ليس نتيجـة وجـود إحـساس بيئـي عال فحسب؛ بل نتيجة تطور اسـتراتيجيات عمـل شـاملة ومتكاملـة بحيـث تتجـاوب الـصناعة مـع التغيرات المتعلقة بالتـشريعات القانونيـة العلميـة في الوقـت الـذي تلبـي فيـه احتياجـات الـشركاء المعنيين. وينصب اغلب التفكير الحالي في مجال حماية البيئة عـلى مـا يمكـن عملـه بـشأن النفايـات والانبعاثات بعد تشكلها لمنع التلوث من خلال توظيف تقنيات الإنتـاج الأنظـف، إذ يعـد الطريقـة الأكثر فعالية والوسـيلة الأكـثر كفـاءة في تـشغيل العمليـات الـصناعية وتـصنيع المنتجـات المختلفـة وتقديم الخدمات السليمة .

يعد تطبيق منهج الإنتاج الأنظف أحد السبل لتحقيق غاية الارتقاء البيئي والتنمية المـستدامة التي تساهم في الحفاظ على الموارد والاستخدام الأمثـل لهـا وخفـض الملوثـات الناتجـة عـن العمليـات الصناعية. بالإضـافة إلى العلاقـة المبـاشرة بـين الإنتـاج الأنظـف والتنميـة المـستدامة، هنـاك عـدد مـن العلاقات التكاملية بين التطبيقات المختلفة التي تحقق الغايات المرجوة. فإجراءات ومبادرات تحـديث الصناعة بهدف تحسين العمليات الصناعية وزيـادة كفـاءة اسـتخدام المـوارد تعـزز مـن تطبيـق أسـس الإنتاج الأنظف في العمليات الصناعية، والإنتاج الأنظف يساهم مساهمة أساسـية في تحـديث الأصـول الصناعية ويساهم بشكل كبير في تحسين الإنتاجية ورفع كفاءة الإنتاج.

أولاً / نشأة وتطور الإنتاج الأنظف

يعد التلوث المشكلة البيئية الأبرز والأخطر من بين ما يصادف الإنسان من مشاكل في حياته اليومية ، بل هو الصورة الأكثر وضوحا للتدهور البيئي التي لم تبرز إلا عقب الثورة الصناعية المعاصرة، ومنذ العقد السابع من القرن الماضي علت الأصوات للمطالبة بضرورة اتخاذ التدابير الفعالة لمواجهة أخطار التلوث عن طريق إدخال تقنيات جديدة في العمليات الصناعية لمعالجة مشاكله والمحافظة على البيئة وصحة الإنسان على حد سواء من مخاطره، ولذلك تم عقد العديد من المؤتمرات الدولية والإقليمية والوطنية حول السيطرة على التلوث والحفاظ على موارد البيئة الطبيعية . ويعد مؤتمر الجمعية العمومية للأمم المتحدة والذي تم اقتراحه بتفحص المشاكل البيئية عام 1968 البداية الأولى للاهتمام بمشكلات التلوث والذي على أثره انعقد مؤتمر الأمم المتحدة في مدينة ستوكهولم في السويد عام 1972 واعتبر المؤتمر العالمي الأول للبيئة مؤشرا للعصر البيئي الحديث، و في سنة 1977 قام برنامج الأمم المتحدة بمساهمة اللجنة الاقتصادية الأوروبية بمجموعة من النشاطات لتحفيز اعتماد أشكال تصنيع أكثر صحية من الناحية البيئية وسميت حينذاك بالتكنولوجيا الصديقة للبيئة ، وسميت فيما بعد بالعديد من المصطلحات على سبيل المثال لا الحصر تكنولوجيا الحد من التلوث، الحد الصفري للانبعاثات، تقليل المخلفات، أطلق عليها فيما بعد التكنولوجيا النظيفة، وبدأت البلدان الصناعية بتوجيه الأبحاث نحو هذا النوع من التكنولوجيا. ثم عرفت فيما بعد بحلول نهاية الأنبوب حيث ركزت في معالجة المخلفات من دون تعديل العملية الإنتاجية، وذلك من خلال إضافة مكونات جديدة أو إدراج مرشحات في نهاية الأنبوب ومن ثم العمل على المنظومة التقنية ذاتها.

وعملت الصناعة على تطوير تلك التكنولوجيا لتقليل تكاليف الإنتاج من خلال تقليل إنتاج الملوثات، وسميت هذه التكنولوجيا الجديدة بالتكنولوجيا عديمة أو قليلة النفايات، ومن ثم زادت الأبحاث وتطورت طرق تجنب إنتاج الملوثات عند المصدر فأصبحت تشمل عمليات ترشيد استخدام الموارد الطبيعية مثل الطاقة والمياه والمواد الخام

وعمليات إعادة الاستعمال وإعادة التدوير والتكنولوجيا الأنظف التـي تحتـوي عـلى عمليـات إنتاجيـة حديثة تقلل من إنتاج الملوثات وسمي بالإنتاج الأنظف.

وجاءت الدنمارك بالمبادرة الأولى في تنفيذ ما يعرف بالتقنية النظيفـة عـام 1980 حيـنما قـدمت مقترحا بهذا الشأن إلى البرلمان وتمت الموافقة عليه عام 1987 واعتمدتها في أنشطتها الاقتصادية .

وخـلال اجتماعـات فريـق الخـبراء الخـاص ببرنـامج الأمـم المتحـدة للبيئـة United Nation Environmental Program (UNEP) لعـامي(1988-1989) وأوصى الفريـق بإصـدار نـشرة تحـت عنـوان الإنتاج الأنظف، وهذه كانت انطلاقة انتشار مفهوم الإنتاج الأنظف. كما اصدر برنـامج الأمـم المتحـدة للبيئة عام (1989) الإعلان العالمي للإنتاج الأنظف الذي يتطلب الأخذ بنظر الاعتبـار كـل مراحـل دورة حياة منتج أو عملية ما بهدف الوقاية أو الجد من الخطر على الأشخاص والبيئة سواء في المدى البعيـد أو القريب باعتماد إستراتيجية وقائية متكاملة مثل تقييم الأثر البيئي ودورة حياة المنتج والعمـل عـلى التطوير من خلال تشجيع تغيير الأولويات من إستراتيجية معالجة النفايـات إلى الوقايـة منهـا وتطـوير الإنتاج يكون ذا كفاءة بيئية متلائمة مع متطلبات المستهلك.

وكانت النرويج أول من وضع هذا المفهوم حيز التنفيذ في منظماتها وتـم تطبيقـه في أكـثر مـن 300 شركة عام 1990 .

وفي عام 1992 عقد مؤتمر قمة الأرض في ريو دي جانيرو في البرازيل وتم التأكيد فيـه عـلى أن التنمية والبيئة أمور مترابطة لا يمكن تجزئتها . وبدأت بعـض الـدول الـصناعية الكـبرى بإنـشاء مراكز متخصصة بالإنتاج الأنظف، حيث أقدمت الصين عام 1994 بإنشاء أول مركز وطنـي للإنتـاج الأنظف لإنتاج الأنظمة كجزء من خططها لحمايـة البيئـة والمجتمـع عـن طريـق صـياغة القـوانين لكيفية اعتماد الإنتاج الأنظف . وتوالت المؤتمرات عـلى المـستوى العـالمي وبرعايـة وكالـة حمايـة البيئة الأمريكية.

وكل ذلك أدى إلى تكوين رأي عام ووعي بدأ ينمو ويتبلور في أن هناك تهديداً أو خطـراً يهـدد البيئة الطبيعية، وهذا الخطر له بعدان أساسيان، هما:

1- إن الموارد البيئيـة الطبيعيـة المتجـددة (Renewable) وغـير المتجـددة (Non Renewable) أصبحت أكثر من أي وقت مضى مهددة بالنفاذ ، وارتفعت تكاليف استخدامها، إذ إن معـدل الـسحب من هذه الموارد أصبح يفوق قابلية هذه المـوارد عـلى التجـدد، أو الإحـلال ؛ الأمـر الـذي أصـبح يهـدد قدرتها على استمرارية إعالتها للنمو الاقتصادي المضطرد عبر الأجيال خاصـة غـير المتجـددة منهـا مثـل الفحم والنفط.

2- إن كميـة المـواد الملوثـة مـن النفايـات، أو المخلفـات والفـضلات، أو العـوادم، أو البـواقي الناتجة مـن الإنتـاج والاسـتهلاك البـشري، أصـبحت تفـوق إمكانيـات النظـام البيئـي عـلى اسـتيعابها، والتخلص الطبيعي منها مما يهدد أهم عناصر الحياة في البيئة .

ولم يقف الاهتمام على حدود دولة معينـة وإنمـا انتقـل إلى دول أخـرى عـبر التعـاون المـشترك بينهما، وعلى سبيل المثال الاتفاق على التعاون البيئي بين كل من النرويج وروسيا عـام 1994 مـن اجـل التحكم والسيطرة على التلوث الصناعي وإعطائه الأولية في عمليات المعالجة .

وعلى اثر ذلك انعقد مؤتمر منظمة الصحة العالمية عام 2003 بحضور أصـحاب المـصالح برعايـة وكالة حماية البيئة الأمريكية تحت عنوان الإنتاج الأنظف والكفـاءة الايكولوجيـة للمـشاريع الـصناعية وقطاع السياحة والذي وصل إلى قياس المعالجات الصناعية المعتمدة في ممارسا الإنتاج الأنظف وقياس أداء تلك الممارسات إزاء معالجة النفايات وغيرها من القضايا البيئية ذات صلة .

كما عقد الاتحاد الدولي للبيئة مؤتمرا في أكتوبر عام 2008 في ريو دي جانيرو بالبرازيل وبحـضور 40 عضوا يمثلون 26 دولة وبمشاركة الأمم المتحدة وتـم فيـه التوصـل إلى مناقـشة التطـورات البيئيـة في العالم وكيفية حماية البيئة باستخدام التقنية النظيفة .

وبسبب عدم التعرف على كيفية التصرف إزاء الملوثات خلال العملية التصنيعية ظهر توجه وقائي جديد شامل وعلاجي في آلية عمله تجاه التلوث ومصادر تولده يمتد على طول دورة حياة المنتج ابتداءً من مرحلة التصميم إلى التخلص النهائي منه، وليضع مفهوم التقنية الأنظف جانبا ليحل محله مصطلح اشمل وهو الإنتاج الأنظف Cleaner Production.

يتضح من خلال عرض التطور التاريخي بان هناك اهتماما واسعا بالإنتاج الأنظف على المستويات الدولية والوطنية والإقليمية بهدف المحافظة على البيئة ومواردها الطبيعية عبر ترشيد استخدام الموارد الطبيعية والمحافظة على صحة الإنسان من خلال العمل المستمر لتقليل الآثار الضارة به وبالبيئة الطبيعية على حد سواء .

ثانياً / ماهية الإنتاج الأنظف

(1)- مفهوم الإنتاج الأنظف

يرتكز مفهوم الإنتاج الأنظف على حقيقة إن أبرز مشاكل البيئة كالتلوث السام عائد إلى طريقة إنتاج واستهلاك الموارد بنسب معينة لذلك فان هدف الإنتاج الأنظف هو تلبية حاجات المجتمع بالحصول على المنتجات اللازمة باستعمال مواد سليمة قابلة للتدوير وكونها غير مستهلكة للطاقة وليست من المواد الأولية وبخاصة غير المتجددة .

وفي سياق تحول المفهوم فقد تزامنت مع مرحلة التحول ظهور مفاهيم أخرى تلامس مضامينها، فقد ظهر بديل آخر للإقلال من أثر النفايات في تلوث البيئة ، وذلك بمعالجتها قبل التخلص منها وطرحها إلى المحيط البيئي ولتكون تلك النفايات أقل ضررا أو عديمة الضرر، وقد أكد ذلك البديل بتقنية المعالجة في نهاية الأنبوب (End OF Pipe) عن طريق معالجة النفايات بإضافة معالجات عليها قبل طرحها إلى المحيط البيئي إلا أن الصفة العلاجية لهذا الأسلوب ستكون فاعليتها محدودة ، بسبب عدم القدرة على معرفة التصرف إزاء الملوثات المنبعثة خلال العملية التصنيعية نفسها، لذلك ظهر توجه جديد آخر وقائي وعلاجي شامل في آلية عمله تجاه التلوث ومصادر تولده يمتد على طول دورة حياة المنتج ، أي من مرحلة التصميم مرورا بالتصنيع وحتى

التخلص منه بعد استخدمه، أو استهلاكه الذي وصف بمدخل من المهد إلى اللحد (Cradle to Grave)، وأخذت العديد من المسميات بالظهور في إطار التخضير الصناعي تمثل بمسميات متعددة ومترادفة، والتي تتضمن الإنتاج الأنظف، ومنع التلوث (Pollution Prevention) ، والإنتاجية الخضراء (Green Productivity)، وتقليص النفايات (Waste Minimization)، التي لم تكشف الدراسات والبحوث و وجهات النظر التي تناولت الموضوع اختلافات محسوسة بمضامنها، إذ أنها جميعا تؤكد على الاستخدام الكفوء للموارد وتحجيم أو احتواء النفايات والملوثات على طول دورة حياة المنتج وفي مصادر توليدها.

ولم يتم تناول هذا المفهوم على المستوى البحثي أو الأكاديمي فحسب، ولكنه حظي ايضاً باهتمام الوكالات والمؤسسات الحكومية والوطنية والدولية وبتسميات مترادفة، فبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) عام(1996) وصفه في الإعلان العالمي للإنتاج الأنظف على انه مصطلح مرادف لمنع التلوث او خفض النفايات . وقد عُرف الإنتاج الأنظف وفق برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنه التطبيق المستمر لإستراتيجية بيئية وقائية متكاملة على العمليات والمنتجات من اجل تقليل المخاطر المتصلة بالإنسان والبيئة، حيث يهتم باستبعاد الملوثات قبل حدوثها، وليس بعد حدوثها ،اذ تؤكد فلسفته على التطبيق المستمر لإستراتيجية وقائية تشمل نشاطات مختلفة ذات العلاقة بالتصنيع والتسويق والخدمات، وتهدف إلى زيادة القيمة الخضراء النظيفة وتقليل الأخطار المحتملة التي تحوم حول صحة الإنسان والبيئةِ الأخطار المحتملة التي تحوم حول صحة الإنسان والبيئة، وتتطلب إجراء تعديلات في توجهات وسلوكيات وسياسات كل من الحكومة والصناعة.

وفي نفس الوقت هو إستراتيجية متكاملة للوقاية البيئية حيث أنه يركز في المقام الأول على منع التلوث عند المصدر، بدلا من معالجة الانبعاثات والمخلفات. وتأتي زيادة الكفاءة الناتجة من الإنتاج الأنظف من الاستغلال الكفء للمواد الخام، بما فيها ترشيد الطاقة، وترشيد استخدام المياه؛ مما يساهم في الحد من المخاطر التي يتعرض لها الإنسان والبيئة نتيجة ما يترتب عل ذلك من خفض للمخلفات وما تسببه من تلوث

وبخاصة من خفض لاستخدام المواد الخطرة أو عدم استخدامها من خلال استبدالها بمواد أخرى،ويستلزم مفهوم الإنتاج الأنظف تغيير توجهات متخذي القرار في الصناعة لإدراك أهميته وفوائده المالية، كما يستلزم توافر وعى للإدارة البيئية السليمة و العمل على تعزيز التطوير التكنولوجي.

أما منظمة المواصفات الدولية (ISO) فقد عرفت الانتاج الأنظف بأنه استخدام عمليات وخدمات والسلع تحد أو تمنع أو تتحكم في التلوث، مثل معالجة أو إعادة تشغيل أو تغيير عمليات و وسائل التحكم في النفايات، وأهم فوائد هذه العملية هو تقليل عائد التأثير على البيئة من هذه النفايات وزيادة الكفاءة وخفض التكاليف .

فالإنتاج الأنظف وفق ما سبق ذكره يتطلب المساءلة حول الحاجة للمنتج والنظام الذي يدعم استدامة النظام الطبيعي والمجتمع اللذين يجري الإنتاج فيهما وأيضاً الاهتمام بالمواد الأولية وطريقة استخدامها ومصير المنتج النهائي. وهذا يؤدي إلى زيادة الإنتاجية وتحقيق اقتصادية التكاليف وتشجيع تحسين العملية الإنتاجية فضلا عن تحسين بيئة العمل. فالإنتاج الأنظف يسمح بإنتاج اكبر وأفضل باستخدام اقل للمواد الأولية والموارد والطاقة وبإفراز اقل للنفايات والانبعاثات، ويخفض من حدوث التأثيرات البيئية إلى الحد الأدنى. ويعد الإنتاج الأنظف سمة من سمات الفكر البيئي الحديث كونه إستراتيجية تمتد من خفض استهلاك الموارد البيئية إلى تجنب استخدام المواد الخطرة ورفع كفاءة تصميم المنتجات وطرق إنتاجها، إذ عُرفَ بأنه فلسفة لإدارة العمليات تركز في تحقيق الكفاءة في استخدام الموارد في جميع مراحل عمليات الإنتاج من اجل تقليص توليد النفايات والانبعاثات واحتواء الملوثات المصاحبة لها في مصدر تولدها للمحافظة على صحة الإنسان ومحتويات البيئة الطبيعية مما تحمله تلك النفايات والانبعاثات والملوثات من مخاطر. كما يعرف بأنه الحد من الأضرار المحتملة للإنسان على البيئة من خلال تبني إستراتيجية بيئية وقائية لعملية الإنتاج ويشمل المنتجات والعمليات النظيفة، وهو لا يقتصر على تحقيق بيئة غير ملوثة أو عملية إنتاج اقل تلوثا، وإنما تخفيف الضرر من خلال استخدام او التخلص من المنتجات القديمة، وفق هذا المفهوم أُشير الإنتاج الأنظف في العديد من البلدان والمؤسسات بالكفاءة البيئية وعادة ما يكون هناك تداخل

بينهما، ألا انه يمكن التمييز بينهما من خلال أن الكفاءة البيئية تهدف إلى تقليل التكاليف في حين أن الإنتاج الأنظف يهدف إلى تقليل الآثار البيئية، فهو منهج استباقي للتعامل مع الآثار السلبية للعمليات في جميع الصناعات باستخدام الوقاية في صياغة سياسة حماية البيئة، وهو في نفس الوقت يعد فلسفة تقوم على أساس النظر في كيفية تولد النفايات بدلا من كيفية علاجها فهو مفهوم ينطوي على إعادة النظر في الطرق التقليدية لتحقيق عمليات إنتاج ذكية للوصول إلى الإنتاج المستدام، وأشارت العديد من الدراسات إلى أن الإنتاج الأنظف يمثل احد المداخل الرئيسية في تضمين البعد البيئي في إدارة الإنتاج والعمليات، إذ أن نظام الصناعة التقليدي يتكون من المدخلات لإتمام عملية التصنيع ومن ثم طرح المخرجات كمنتجات نهائية، إلا أن هذه المنظومة بدأت تتغير تدريجيا ، مما أدى إلى التحول من الأنموذج التقليدي للتصنيع إلى انمودج أكثر تكاملا وتفهما للبيئة وأطلق على هذا التوجه بتخضير الصناعة بالاعتماد على مفهوم الإنتاج الأنظف.

(2)- أهمية الإنتاج الأنظف :

على أثر التطور الصناعي وما رافقه من استنزاف غير عقلاني للموارد المادية والطاقة وما نجم من ذلك من ملوثات ألحقت الضرر بالإنسان والبيئة الطبيعية التي يعيش فيها على حد سواء، الأمر الذي انعكس بأثاره على المنظمات الصناعية المعاصرة متمثلاً بحاجاتها إلى مداخل جديدة في ممارسة عملياتها الصناعية تتناسب مع متطلبات المجتمع الحديث الذي بات أكثر وعيا بالقضايا البيئية ومصادر الخطورة فيها ، ولتصبح الحاجة ملحة لتبني مدخل الإنتاج الأنظف والذي تبرز أهميته في العديد من العوامل وهي :

أ- ترشيد استخدام الموارد والطاقة:

ويتعلق بجهود المنظمات الصناعية لاستخدام موارد قابلة للتجديد واستخدام طاقة جديدة ونظيفة تطبق تقنية حفظ الطاقة، واستخدام موارد ثانوية كمواد أولية ومواد ناتجة من أعمال تدوير لمواد أخرى .

ب- تعظيم المنافع الاقتصادية :

بدأت دول العالم اليوم تنظر إلى مواردها الطبيعية بأنها سلعة اقتصادية قابلة للنفاد، الأمر الذي يفرض عليها التعامل مع تلك الموارد بكفاءة، وذلك باستخدام

أساليب اقتصادية كفوءة وهذا ما دفع منظمات الأعمال إلى تبني نظام الإنتاج الأنظف في ممارساتها للمحافظة على مواردها الطبيعية ، فضلا عن سعي المنظمات الصناعية إلى تحسين كفاءتها الإنتاجية للحصول على منافع اقتصادية كبيرة عبر تقليص الكلفة، وزيادة القيمة المضافة للمنتجات .

ت- **تقليل الأذى الذي يلحق بالبشرية والبيئة الطبيعية :**

يترتب على سعي المنظمات الصناعية تقليل الأثر البيئي السلبي الناجم عن نشاطاتها وتبني واختيار تقنيات إنتاج تمنع توليد الانبعاثات والملوثات، وبما ينسجم مع الأنظمة والقوانين والتشريعات البيئية ويقلل من المخاطر المتوقعة على الإنسان والبيئة.

د- بلوغ الكفاءة في استخدام الموارد الطبيعية والطاقة :

وهذا يتعلق بالسعي للتخفيض وتقليل الإسراف في استخدام الموارد الطبيعية، والعمل على إعادة تدوير المخلفات وبالتالي السيطرة على التلوث البيئي وبما يسهم في تحقيق نجاح مزدوج في التنمية الاقتصادية وحماية البيئة ، وبالنسبة لترشيد استهلاك الطاقة فإن الأمر يتعلق بزيادة كفاءتها وتقليل الضائع منها دون التضحية في أوقات استعمالها، فالعديد من المنظمات حاليا تُعد تلك الآثار الخطرة الناجمة عن عملياتها الصناعية تجاه الإنسان والبيئة أحد أهم الدوافع لتبني نظام الإنتاج الأنظف، مما يستلزم وضع سياسات واتخاذ قرارات إستراتيجية للبدائل التي من شأنها المحافظة على صحة الإنسان وموارد البيئة الطبيعية على حد سواء.

ثالثاً/ أهـداف الإنتاج الأنظف

إن الهدف الأشمل لتطبيق إستراتيجية الإنتاج الأنظف هو العمل بصورة مشتركة لاتخاذ إجراءات كفيلة بتحقيق تنمية مستدامة تلبي احتياجات المجتمعات وتربطها بالخطط التنموية في ضوء المحافظة علي البيئة وهذا يسهم في خفض استنزاف المصادر الطبيعية وزيادة الإنتاج وتوفير في استهلاك الطاقة والمياه و تحسين نوعية المنتجات، وزيادة القدرة على المنافسة كما يساهم الإنتاج الأنظف في خفض تكاليف الحماية البيئة الناتجة عن نقل النفايات وتخزينها ومعالجتها، ويحقق مردودًا اقتصاديًا من تدويرها وإعادة استخدامها ويلعب دورًا مهمًا في إلزام الشركات والمؤسسات بالتشريعات البيئية والمواصفات

القانونية وتحسين بيئة العمل وتحقيق فوائد في مجالات السلامة المهنية والبيئية، وفي هذا الصدد أشار (الياس، 2018) إلى أن الهدف الأساس من الإنتاج الأنظف هو الحصول على وفورات مالية وتحسينات بيئية بتكاليف منخفضة، والاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية والحد من الانبعاثات عند المصدر والتخفيض التدريجي للآثار البيئية للعمليات والمنتجات، وفي ضوء ذلك يمكن إدراج الأهداف المتحققة من تطبيق الإنتاج الأنظف في الأتي:

1- تحقيق الكفاءة في استخدام الموارد من خلال الحد من استنزاف الموارد والطاقة والمحافظة على تلك الموارد مع ضمان التدفق السليم لها بالشكل الذي يحقق الكفاءة، عن طريق الحد من النفايات عند المصدر باستخدام العمليات والمنتجات التي تمنع التلوث، وتطوير أساليب تشغيل الوحدات الإنتاجية وإدخال التعديلات المناسبة على سلسلة دورة حياة المنتج ، بطريقة تحمي البيئة وصحة العاملين من خلال التخفيض التدريجي للآثار البيئية للعمليات والمنتجات وفق النهج الوقائي.

2- تحقيق الاستدامة البيئية باتخاذ الإجراءات الكفيلة بتحقيق تنمية مستدامة تلبي احتياجات المجتمع، من خلال التوفير في استهلاك الطاقة وتحسين أداء المنظمات تجاه البيئة بتخفيض مستوى التلوث إلى الحد الأدنى وتجنب النفايات لاسيما السامة منها، فضلا عن زيادة ضغوط القوانين البيئية للحفاظ على الثروات وترشيد استهلاك الموارد .

3- زيادة المنافع الاقتصادية التي تتحقق باستعمال مواد أولية قابلة للتدوير وخفض تكاليف الحماية البيئية الناتجة عن نقل وتخزين ومعالجة النفايات لأجل تحقيق مردود اقتصادي من تدوير وإعادة استخدام المخلفات وتحقيق العوائد المالية من خلال تحسين الجودة بالحصول على المنتجات اللازمة باستعمال مواد سليمة بيئياً، وكذلك تشجيع تحسين العملية الإنتاجية وتقليل كلف الإنتاج وخفض التلوث الناجم عن الإنتاج الصناعي والحصول على وفورات مالية وتحسينات بيئية بتكلفة منخفضة.

4- زيادة المنافع التسويقية من خلال تحسين نوعية المنتجات والالتزام بالمعايير الدولية لزيادة القدرة على المنافسة بتحقيق مستويات أعلى من الجودة والإنتاج وبالشكل الذي يؤدي إلى زيادة فرص التصدير.

رابعاً / مبادئ الإنتاج الأنظف وخصائصه

(أ)- مبادئ الإنتاج الأنظف

هناك أربعة قضايا تم التركيز عليها من قبل الباحثين، والتي تعد من خصائص نجاح عملية الإنتاج الأنظف وهي تعد بمثابة مبادئ نظام الإنتاج الأنظف، حيث يعد الإنتاج الأنظف كمدخل عملياتي يعتمد على مجموعة مبادئ وهي:

1. منع التلوث:

تتفاقم مشاكل تلوث البيئة إذا ما استمرت الزيادة في حجم النشاط الاقتصادي من جهة وازدياد الحجم السكاني و وسائط النقل، فضلا عن مشاكل التصحر وإزالة الغابات والأشجار من المدن ، من جهة أخرى. وتعد مشكلة التلوث أحدى أهم المشاكل البيئية الملحة التي بدأت تأخذ أبعادًا اقتصادية واجتماعية خطيرة ؛ إذ لم تعد الطبيعة قادرة على التخلص من هذه الملوثات بالسرعة المناسبة ، مثل ما كان قبل الثورة الصناعية . وقد برزت مشكلة التلوث، وتعاظم خطرها مع تقدم الصناعة واستخدام الآلات الحديثة وأسلحة الحروب المدمرة على نطاق واسع، وكانت الدول الصناعية الكبرى سباقة إلى اكتشاف المشكلة ومخاطرها والبحث عن الحلول المناسبة لمعالجتها ، كما كانت سباقة في إحداث التلوث والإخلال بالتوازن البيئي .

ومع التزايد المستمر في عدد سكان العالم تتفاقم مشكلة التلوث وتتضخم مخاطرها، ويتحتم البحث عن حلول جذرية لحماية البشرية من كوارث محققة . وأول ما يمكن ملاحظته هو أن هذا التلوث أدى إلى حدوث انقلاب خطير في النظام الكوني .

حيث يقذف سكان المدن الصناعية الكبرى ومصانعهم ومركباتهم بمئات الآلاف من الأطنان من الغازات السامة و الأتربة وعوادم السيارات والمصانع إلى الهواء الجوي يوميًا، وتكون هذه الغازات والأتربة ما يشبه سحابة رمادية أو زرقاء اللون تغطي تلك المدن . وتزحف هذه السحب السوداء فوق القارات بفعل تيارات الهواء لتلوث مناطق مسببة مشاكل بيئية كبيرة للإنسان والحيوان والنبات وحتى للأبنية والعمارات . إن التلوث البيئي كظاهرة منتشرة في كثير من المدن الصناعية بشكل خاص، يتطلب الأمر

العمل على معالجتها وتقليص تأثيرها ، لتلافي المخاطر والأضرار التي تنجم عنها على الإنـسان والحيـوان والنبات والتي تتمثل بالآتي :

- زيادة الوعي البيئي لدى ساكني المدينة من خلال برامج متخصصة ومتنوعة والتي تـسهم في تقليل التلوث.
- إعادة استخدام وتدوير المخلفات الصناعية والمنزلية .
- استخدام تكنولوجيا نظيفة في العمليات الإنتاجية .
- تشجير المدن للحد من التلوث السيارات .
- استخدام الوقود الحيوي الأقل تلويثا للبيئة .
- حل مشكلة مجاري المياه الظـاهرة في داخـل المدينـة واسـتبدالها بأنابيـب بلاسـتيكية تحـت الأرض .
- صيانة شبكة الصرف الصحي، لكي لا تلوث بمياه الشرب .

2- **إزالة الهدر**

يعد تخفيض الهدر من المبادئ الأساسية لنجاح الإنتاج الأنظف والوصول إلى الغاية النهائية حيث عُرف الهدر بأنه عبارة عن كل نشاط لا يـضيف قيمـة للمنتـوج مـن ناحيـة أخـرى يعـرف أنـه انسجام مع المسؤوليات الأخلاقية والبيئية يجب على مديري العمليات وفرق الهندسة وتحليـل القيمـة دراسة دورة حياة المنتوج كاملا من التصميم إلى التخلص النهائي للمنتوج بهدف تقليـل الآثـار الـسلبية على البيئة من أجل بيئة آمنة وسليمة والمحافظة على المـوارد وصـيانتها،ويعد الهـدر البيئـي في اغلـب الأحيان مؤشر لتصميم العمليات السيئة والإنتاج غير الكفوء، ومن خلال ممارسة الإنتاج الأنظف يمكن تخفيض تكلفة المواد والطاقة بشكل ملحوظ الى جانـب تخفـيض المخـاطر غـير الـضرورية عـلى صـحة العاملين وسلامتهم ، ويتم تحديد مصادر الهدر ومعالجتها وفق الخطوات التالية :

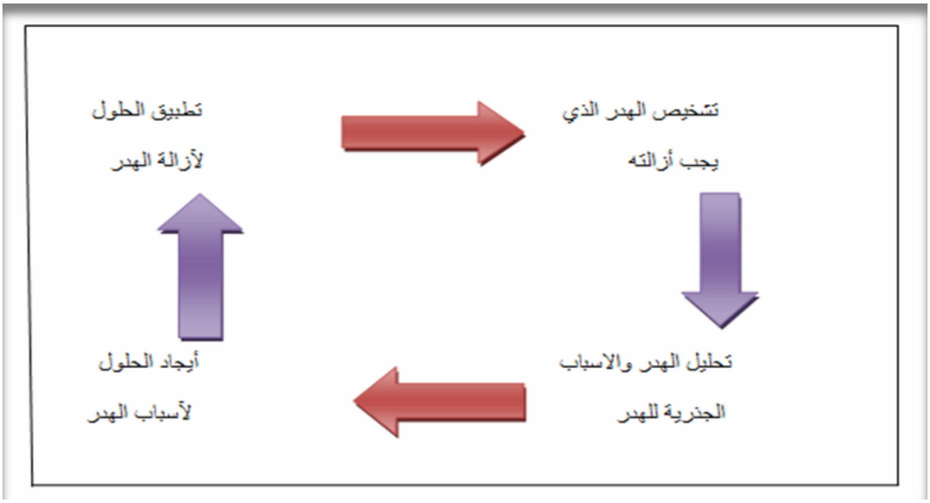
أ- **تحديد مصادر الهدر السبعة :**

إن النظام الأنظف يعد كإستراتيجية للتحسين المستمر في الأداء الكلي للمنظمات من خلال التركيز على تخفيض الضياعات في الوقت والهدر في الموارد في كافة أنشطتها، فتمييز الهدر يعد الخطوة الأولى نحو إزالته وحددت شركة تويوتا سبعة أنواع من الهدر الذي يمكن تطبيقه في أنواع مختلفة من العمليات؛ إذ تشكل جوهر فلسفة الإنتاج الأنظف، وهذه الأنواع هي :

- الإفراط في الإنتاج .
- أوقات الانتظار .
- النقل .
- العمليات .
- الخزين .
- الحركة الزائدة .
- المنتجات المعيبة .

ب- تشخيص الهدر ومعالجته :

لغرض معالجة الهدر يجب تشخيص مصادر الهدر وأسبابه في الخطوة حيث ان كل مشكلة في النظام لها سبب أو أكثر من الأسباب الجذرية ويتم كشفها من خلال متابعة النظام الإنتاجي بشكل مستمر على شكل دورة لتشخيص الهدر ومعالجته فالخطوة الأولى تبدأ بتشخيص الهدر أما الخطوة الثانية هي تحليل الأسباب الجذرية للهدر، وتبدأ الخطوة الثالثة عندما يتم تفهم المشاكل وأسباب الهدر بشكل واضح والعمل لإيجاد الحلول، وهناك طرائق عدة لأيجاد الحلول فالإنتاج الأنظف عادة له حلول بسيطة وفعالة للمشاكل وذلك من خلال التفكير الإبداعي وفرق العمل، ومن ثم تأتي الخطوة الأخيرة لتطبيق الحلول والتأكد من الوصول إلى الهدف، وكما موضح في الشكل (1).



الشكل (1)

أنموذج لتشخيص الهدر ومعالجته

3- التحسين المستمر:

تحاول المنظمات الصناعية مواكبة التغيرات السريعة والمنافسة السوقية الشديدة بشكل مستمر من خلال ممارسة نظام الإنتاج الأنظف؛ حيث يؤكد النظام على تعزيز العلاقة مع الزبائن لكسب رضاهم من خلال عملية التحسين المستمر و بمشاركة جميع العاملين من خلال النقاط التالية :

أ- مناخ العمل النفسي والمادي للعاملين باعتبارهم الشريك الرئيسي.

ب- تطوير البرامج التدريسية والاهتمام بمفهوم فرق العمل متعددة الوظائف.

ت- العمليات الإنتاجية بهدف تحقيق رضا الزبائن من خلال استخدام الطرائق والأسباب الإدارية الحديثة .

ث- استخدام موارد المنظمة لتقليل الضياع والهدر وتخفيض الكلف.

ج- جودة المنتوج وإضافة القيمة من وجهة نظر الزبائن .

ح- تسليم المنتوجات لمواجهة توقعات الزبائن وتلبية حاجاتهم ورغباتهم .

4- مشاركة العاملين

من أهم سمات الإنتاج الأنظف هي مشاركة الجميع بغض النظر عن المستويات الإدارية والوظيفية من خلال النقاط التالية :

أ- الدورات التدريبية لرفع كفاءاتهم ومهاراتهم .

ب- تحسين جودة المنتوجات .

ت- التحسين المستمر .

ث- عمليات صيانة المكائن والمعدات .

ج- إرضاء الزبائن .

ح- تقليل الهدر و الضياعات .

(ب) - خصائص الإنتاج الأنظف وفوائده

يمكن حصر خصائص الإنتاج الأنظف بما يأتي :

- الوقاية من العيوب بدل الفحص وإعادة العمل لبناء الجودة في المعالجات وتنفيذ إجراءات التغذية العكسية للجودة في الوقت الحقيقي .

- الإنتاج المتكامل بأدنى مستوى من المخزون من خلال استخدام بعض المبادئ .

- تسمح التغييرات السريعة للمكائن والمعدات بإنتاج منتوجات مختلفة من خلال إنتاج دفعات صغيرة ومتقطعة.

- العلاقة الأُفقية المتكاملة بتكامل سلسلة التجهيز من المواد الأولية إلى المنتج النهائي وإحلال التوجه بالمشاركة بالعلاقات مع المجهزين والموزعين .

- مراقبة الجودة الكلية من خلال كفاءة استخدام العاملين للمكائن والمعدات والاعتماد على الخبرات في تحديد موقع الخلل في الآلات وإصلاحها وحل مشكلات تحسين الجودة ومنع الهدر .

- المعالجات في الوقت المحدد من خلال التحركات السريعة والمواجهة الى العمليات الإنتاجية .

- يعتمد الإنتاج على الأوامر بدلا عن التنبؤات حيث أن تخطيط الإنتاج يقاد بوساطة طلب الزبائن أو السحب ولا يتناسب مع تحميل الماكنة أو تدفقات العمل غير المرنة في ورشة العمل .

- وقت الدورات لأوامر الطلب قصير الأمد كالشحن السريع وفي الوقت المطلوب وقابليات إنتاج دفعات صغيرة بالتزامن مع جداول الشحن.

وُيعد نظام الإنتاج الأنظف من النظم الإنتاجية الحديثة ويتمثل بفلسفة تخفيض الهدر في كل مرحلة من مراحل الإنتاج ، وتتمثل فوائد النظام بالآتي:

1- الفوائد العملياتية لنظام الإنتاج الأنظف:

- تقليص استغلال المساحة .
- تقليص وقت الدورة .
- تحسين الجودة .
- زيادة الخدمات وجودة المنتج .
- زيادة إنتاجية العاملين والدعم غير المباشر للعاملين والإداريين .
- وضع الأسبقيات المتاحة للجدولة .
- زيادة استثمار المعدات .

2- **الفوائد الإدارية لنظام الإنتاج الأنظف :**

- توثيق وانسيابية خطوات المعالجة.
- تخفيض أخطاء المعالجات في الطلب .
- تقليل طلبات العاملين والسماح للعدد نفسه من العاملين بمسك عدد كبير من الأوامر.
- انسيابية وظائف خدمة الزبون .

3- **الفوائد الإستراتيجية لنظام الإنتاج الأنظف :**

- تحقيق القيمة .
- المنظمات الناجحة تتعلم كيفية تسويق هذه المنافع الجديدة وتدويرها .
- المواءمة المرنة مع التغييرات البيئية .
- زيادة الحصة السوقية .

خامساً/ عمليات الإنتاج الأنظف

تؤشر الخلفية السابقة إلى أن الإنتاج الأنظف يمثل محاولة متقدمة لاستباق ومنع توليد النفايات والانبعاثات في المصدر، بدلًا من السيطرة عليها بعد توليدها باعتماد ممارسات وتقنيات تمتد من مرحلة تصميم المنتج مرورا بعمليات تصنيعه وحتى انتهاء استعماله (استهلاكه) من الزبون، وقد قدمت الدراسات المعاصرة آراء مختلفة حول الإنتاج الأنظف من وجهة النظر النظرية إلى الميدان العملي،وفيما يلي أهم المحاور التي تم دراستها وهي:

المحور الأول: عمليات الإنتاج الأنظف قبل عملية تصنيع المنتج

يذكر صندوق الطبيعة العالمي Global Nature Fund (GNF) وهي مؤسسة عالمية للبيئة ، أن تصميم المنتج الأنظف يعد مسالة تحظى باهتمام عالمي ، إذ شهدت السنوات الأخيرة رصد الأموال والمعرفة للإسهام في تحقيق أو بلوغ تقنيات إنتاج صديقة للبيئة بسبب الزيادة السريعة في ابتكار المنتجات.

ويؤكد العاملون في الصندوق المذكور دور التحسين الجذري في تصميم المنتجات كواحده من الخطوات المهمة باتجاه اقتصاد سوق صديق للبيئة والذي تتمثل خطوطه العامة في تطوير المنتج الأنظف في الآتي :

- تجنب المواد السامة والنفايات على طول دورة الحياة المنتج .

- منتجات ذات حياة طويلة وسهلة التصليح، أو منتجات مصممة خصيصا لغرض الاستخدام طويل الآجل.

- الترشيد للطاقة والمواد الأولية .

- لاقيود بخصوص الناحية الجمالية، والسعر،، والمعايير الصناعية الخاصة بالجودة والأداء الوظيفي.

- منتجات قابلة للبيع إضافة إلى خصائصها البيئية والتي يمكن أن تصنع وتباع بالجملة أو بالتجزئة وبهامش ربح.

- التقيد بالعوامل الاجتماعية أثناء الحصول على المواد الأولية والتصنيع واستخدام المنتجات، وغلق دورة حياة المادة بعد انتهاء وظيفتها المهمة .

وعلى هذا الأساس فإن السعي لبلوغ منتج تتجسد فيه الاعتبارات المذكورة انفاً يتطلب قياس وتقويم أثره البيئي في جميع مراحل دورة حياته، بالاعتماد على إستراتيجيتي التصميم للبيئة، وتحليل دورة حياة المنتج ، وهما إستراتيجيتان لوضع الاعتبارات البيئية ضمن تصميم المنتج والعملية ، وفما يأتي عرض لمضامين هاتين الإستراتيجيتين وأبعادهما في مرحلة تصميم المنتج :

1- التصميم للبيئة Design for Environment :

أن التصميم للبيئة هو انعكاس لعلم الايكولوجية الصناعي والاهتمام بدورة حياة المنتج والتقليل من تأثير المواد المستخدمة في الإنتاج على البيئة وإمكانية إعادة التصنيع ، وهو تصميم يختص مباشرة بتصميم المنتجات ويتم من خلال استخدام أسلوب تحديد سمية المواد، وصحة وسلامة التصنيع، واستهلاك الطاقة، وإعادة تصنيع المواد ، وإعادة الاستعمال أو الاستخدام، والبدائل التالفة للمنتجات وفضلات التصنيع .فقد عُرف بأنه أداة لإيجاد منتجات يسهل استردادها وإعادة استعمالها أو تدويرها.

وأثناء استقراء مضامين وجهات النظر المذكورة آنفاً نجد أن التركيز على استخدام هذا الأسلوب يعتمد على مصادر المواد الأولية التي تستخدم في تصنيع المنتج، ومقدار الطاقة المستخدمة في العمليات الإنتاجية، ونوع ومقدار المواد الأولية التالفة نتيجة للعمليات الإنتاجية، وعمر المنتج نفسه. ويلاحظ مما تقدم أن التصميم للبيئة يمثل حلقة مهمة في سلسلة عمليات التصنيع الأنظف، مما جعل المصممين بحاجة للتفكير الجدي باتجاه نمط جديد من التصاميم تستوعب معايير الإنتاج الأنظف التي تم الإشارة إليها، فظهر ما يُعرف بالتصميم لغرض الاستدامة Design for Sustainable (DFS)، الذي يعد فرعا في حركة التقليص وإعادة الاستخدام والتدوير، وبات يعرف بالتصميم لغرض التفكيك (DFD)Design for Dissociation، الذي يقترح إيجاد طريقة سهلة وقصيرة الأجل يكون خلالها المصمم مهتما بضمان أن يكون تفكيك المنتج سهلا في نهاية حياته، لكي يكون بالإمكان إعادة استخدام التجميعات الفرعية للمنتج أو مكوناته من قبل وحدات الصيانة .

وهذا التوجه بالتصميم كان بمنزلة المدخل الشائع لاعتماد الإنتاج الأنظف، وليكون التصميم لغرض التفكيك هو تصميم المنتجات التي ستصبح أجزاء سهلة لأعادة استخدام لاحق للمكونات. ولضمان عملية تفكيك المنتجات المنتهية الحياة بشكل كفوء وفاعل وتسهيل استرجاع التجميعات والعناصر التي يتشكل منها المنتج، فان هناك عددا من الأنظمة والقوانين التي تحكم عملية التصميم لغرض التفكيك ، وتتضمن مجموعة من المحددات لابد من مراعاتها منها وهي:

- تقليص تنوع المواد الأولية الداخلة في تشكيل المنتجات إلى أدنى حد .

- استخدام مواد منسجمة فيما بينها في تصنيع المنتج ، وبعكس ذلك يجب أن تكون عملية التجميع مصممة بطريقة بحيث يكون بالإمكان فصل المواد غير المنسجمة بسهولة.

- التحديد الواضح للأجزاء الخطرة .

- تجنب استخدام اللواصق واللحام أو المثبتات المكانيكية لربط الأجزاء أو المكونات .

2- **تحليل دورة حياة المنتج Product Life Cycle Analysis :**

يتعلق هذا المصطلح بدراسة تقييم كل المواد المستهلكة وجميع النفايات في نظام محدد، وهو بهذا يمثل صورة للمدخلات والمخرجات في النظام الإنتاجي، بالإمكان استخدامه كأداة فنية موضوعية لتحديد وتقييم الفرص لتخفيض الآثار البيئية المرتبطة بمنتج أو عملية أو نشاط معين .

يضم تحليل دورة حياة المنتج استخلاص المواد الأولية ومعالجتها، والتصنيع، والنقل والتوزيع والاستخدام وإعادة الاستخدام والصيانة والتدوير، ومن ثم التخلص من المنتج، وبموجب هذا التحليل لم تعد المسؤولية البيئية لمنتجات المنظمة منتهية عند بوابة المصنع، إنما تمتد كما تم تسميته من المهد إلى اللحد (Cradle to Crave) و لدورة حياة المنتج ثلاث مراحل في التحليل تتمثل في الآتي :

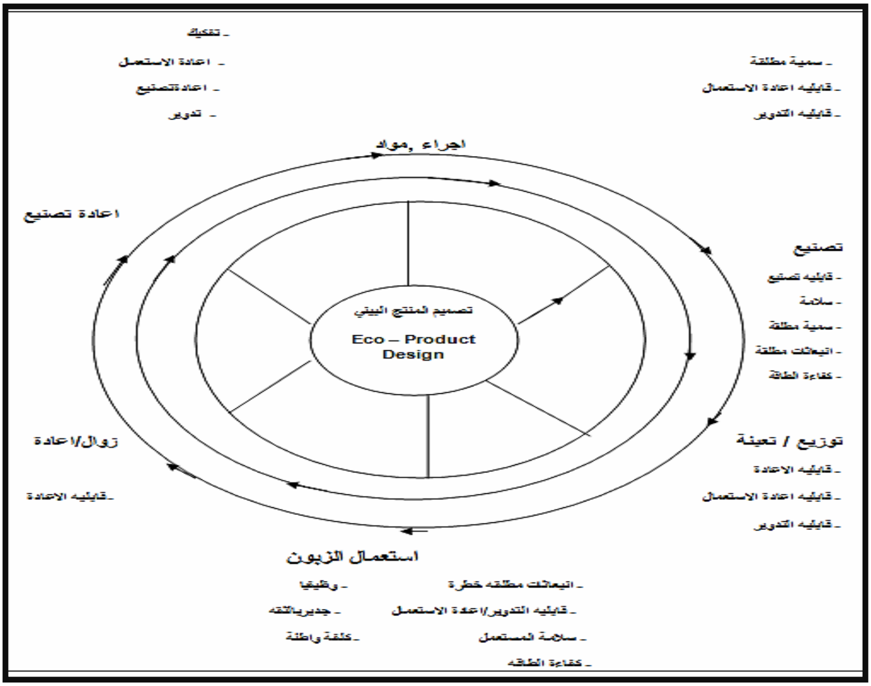
أ- تقييم النتائج المترتبة عن تأثير تلك النفايات في البيئة (تقييم الأثر البيئي).

ب- تحليل التغيرات المطلوبة لأحداث تحسين بيئي في المنتج أو العملية (تحليل التحسين).

ت- تحديد وقياس استخدام الطاقة والمواد وانبعاث النفايات لكل مرحلة في دورة حياة المنتج ، بتعبير آخر القياس الكمي لعناصر المدخلات والمخرجات .

الشكل (2)

المفهوم الجديد في دورة حياة المنتج



إلا أن ما يجب التأكيد عليه هنا، هـو أن تقيـيم دورة الحيـاة لا يكـون بالـضرورة عملية خطية (مستقيمة) آو تدريجية ولا يمكن أن تقدم الحل الأفضل، بل بـدلًا مـن ذلـك فإن المعلومات في أي مرحلـة مـن المراحـل الـثلاث يمكـن أن تكمـل معلومـات المـرحلتين الاخرتين، وبالتالي بالإمكان تحقيق المنافع البيئية بطرق مختلفة من كل مرحلة من مراحل تقييم دورة حياة المنتج، فعلى سبيل المثال؛ يمكن استخدام المرحلة الأولى لتحديـد الفـرص لتخفيض الانبعاثات أو استهلاك الطاقة أو استخدام المواد، كـما ان (تقيـيم الأثـر البيئـي)

من شأنه أن يحدد أيا من النشاطات ذات تأثيرات أكبر أو اقل فيه، في حين يساعد (التحليل والتحسين) في ضمان أي من استراتيجيات التخفيض المحتملة تكون مثالية .

وبالرجوع إلى المضامين الموضحة في الشكل (2) نجد أن هناك العديد من المعايير البيئية، ومعايير الإنتاج الأنظف منها (إعادة الاستعمال، والتقليص، والتدوير، وإعادة التصنيع) لابد من أخذها بنظر الاعتبار في تصميم المنتج البيئي وعلى طول دورة حياته .

المحور الثاني : عمليات الإنتاج الأنظف خلال عملية تصنيع المنتج

وتشمل التغيرات المطلوبة لتقليص النفايات أو الملوثات التي تتولد خلال عمليات التصنيع نفسها ، التي من شأنها تقليص الحاجة إلى التدوير او المعالجة أو التخلص منها ، فالسيطرة على انبعاث النفايات في أو قرب مصدر توليدها يكون عادة اقل كلفة من تجميعها ومعالجتها أو التخلص منها ، كما أنه يمثل أقل خطر على العاملين والمجتمع والبيئة، ولبلوغ ذلك يكون من الضروري اعتماد التقنيات الآتية التي تستند على مضامين الإنتاج الأنظف ومعاييره:

1- تقنيات ترشيد استخدام المادة الأولية وإيجاد بدائلها:

وتتعلق بكل ما من شأنه أن يحقق الكفاءة في استخدام المادة الأولية المطلوبة لتصنيع المنتج على الرغم من وجود خيارات غير فنية يمكن اعتمادها لبلوغ هذا الهدف، إلا أن خيار كفاءة الاستخدام للمادة الأولية المعبر عنها بالكمية المستهلكة او المستخدمة منها لإنتاج وحدة المنتج يبقى خيارا نوعيا في بلوغ الكفاءة، وإذا أضفنا لذلك الجهد المتعلق بإيجاد البدائل الأفضل لتحقيق الهدف التصنيعي نفسه مثل استعمال مواد أولية ذات صفات محسنة، مثل إحلال مواد أولية قليلة الاستهلاك للطاقة بدلًا من أخرى كثيفة الاستهلاك للطاقة .

2- تقنيات ترشيد استهلاك الطاقة :

يؤثر خيار ترشيد استهلاك الطاقة التي تحتاجها عمليات التصنيع ، ورفع مستوى كفاءة استخدامها بشكل فاعل في كمية الملوثات المتولدة منها ولكل وحدة من المنتج فالمنافع البيئية المتحققة من كفاءة استخدام الطاقة ستعتمد على نوع مصدر الطاقة إذ إن بعض الملوثات المطروحة تعتمد على نوع الوقود المستعمل.

3- السيطرة على العملية:

يُعد تحقيق أفضل سيطرة (تحكم) على العملية، أداة مهمة لبلـوغ أهـداف الإنتـاج الأنظـف، ويطلق عليه أحياناً تحسين العملية أو تعظيمها والتي تعرف بأنها التحـديث لتجهـزات الإنتـاج لغـرض استمرار العملية الصناعية تحت ظروف أكثر مثالية، وبما يؤدي إلى عوائد عاليـة وبـذلك فـان التعظـيم المستخدم للسيطرة على العملية يمكن أن يتحقق بالآتي :

- إدامة عوامل العملية .
- تقليص المديات ضمن قيود عوامل العملية .
- أوقات استجابة سريعة للحالات المستجدة .
- تقليص أهمية الظروف المقلقة خلال حالات الكوارث .

إن تحسين نظام سيطرة العملية يحقـق عـددا مـن المنـافع التـي تلتقـي مـع أهـداف الإنتـاج الأنظف وهي:

- الحفاظ على المواد الأولية والطاقة .
- زيادة جودة المنتج .
- تحسين معولية العملية .
- ضمان السلامة والصحة .

4- **تحسين تقنيات الإنتاج :**وتتعلق بإجراءات التحسين التي تسعى إلى تقليص توليـد وانبعـاث النفايات والملوثات خلال العمليات التصنيعية وتشمل ما يلي :

- تحسين عمليات الإنتاج بفعل تغيير طبيعة المستخدم .
- تقليص عدد مراحل الإنتاج .
- تغيير نظم الإنتاج .
- تغيير الإجراءات التشغيلية .
- تعديلات معدات العملية .

المحور الثالث :عمليات الإنتاج الأنظف بعد عمليات تصنيع المنتج

وهي مجموعة الأنشطة التي وضعت أسسها في مرحلة التصميم، وتتعلق بتقليص التأثير البيئي السلبي للمنتج بعد مغادرته للمنظمة الصناعية، وأصبح في مواقع الاستهلاك أو الاستعمال أي انه سيتحول الاهتمام هنا إلى التأثيرات البيئية التي يسببها المنتج نفسه وما يعينه ذلك من ضرورة بلوغ مستوى من الكفاءة في استخدامه أو استعماله من خلال مراعاة ما يلي:

1- التفكير بإمكانية معالجة المنتج في نهاية حياته بعد أن أصبح خردة باعتماد أحد معايير الإنتاج الأنظف للمنتج ككل أو بعض أجزائه أو مكوناته من خلال عمليات إعادة التصنيع .

2- التفكير في تأثير نقل المنتج من مراكز الإنتاج إلى مراكز البيع والتوزيع ثم إلى الزبون في البيئة ، فوسائل وأساليب وظروف النقل لابد أن تراعي فيها الاعتبارات البيئة

3- تأثير المنتجات أثناء عملية استخدامها أو استهلاكها في البيئة فهناك بعض المنتجات لها تأثير اكبر على البيئة أثناء استخدامها مقارنة بعملية تصنيعها .

4- مواد التعبئة والتغليف للمنتج لابد أن تكون صديقة للبيئة (غير ملوثة لها أي مصنوعة من مواد غير مؤذية لا تتفاعل مع المنتج وتؤثر في مستوى جودته) ، ويمكن تدويرها (الاستفادة ثانية) بعد الاستهلاك او الاستخدام للمنتج .

سادساً / ممارسات الإنتاج الأنظف

تهتم المنظمات الصناعية وعلى نحو متزايد بإتباع أساليب الإنتاج الحديثة من اجل تحسين كل من أدائها الاقتصادي والبيئي على حد سواء وتعد تقنية الإنتاج الأنظف احد تلك الأساليب نظرا للدور الذي تؤديه في تحسين الكفاءة البيئية وهذا يتم من خلال مجموعة ممارسات التي تباينت وجهات نظر الباحثين في تحديدها إلا انه يمكن إدراج بعض الممارسات التي حازت على أعلى نسبة اتفاق بين الباحثين وهي (استبدال المواد الأولية، إعادة التدوير، تغيير التكنولوجيا، تطوير المنتج، التدبير الإداري الجيد، الحد من النفايات عند المصدر) وفيما يأتي عرضاً لمضامينها.

1- استبدال المواد الأولية:

ان الموارد الموجودة في الطبيعة تتألف من تلك الغير محدودة والمتمثلة بالماء والهواء والتي تمر في الوقت الحالي في مشاكل على الرغم من أن بعض العلماء يرى أن هناك خطراً عليها في الأمد البعيد، وهناك الموارد المحدودة أو الناضبة كالبترول مثلاً هذا يدفع المنظمات إلى البحث والتطوير زاء التفكير لإيجاد بدائل لتلك الموارد من اجل المحافظة عليها، وهذا يمكن أن يتم عن طريق استبعاد المواد الضارة أو تبديل بعضها بمواد اقل خطورة على البيئة، وبما يساعد في تخفيض النفايات عند المصدر وجعل المنتجات سليمة بيئياً تلبي طموحات الزبائن وتحقيق ميزة تنافسية في الأسواق لذلك ينبغي اعتماد الأسس التالية عند اختيار بدائل المواد للعملية الإنتاجية وهي:

- جعل المنتجات قابلة للتدوير : وذلك من خلال تصميمها بشكل يجعل من الممكن إعادة استخدام مكوناتها مرة أخرى.
- استعمال المواد المعادة: وذلك عبر جمع ما تبقى من المنتجات بعد استعمالها ومعالجتها ومن ثم إعادة استخدامها.
- اعتماد مواد سليمة من الناحية البيئية: من دراسة خصائص مكونات المواد الأولية واستبدال المواد الخطرة من الناحية البيئية.
- تبديل المواد والمكونات لتكون اقل وزنا: حيث يتم ذلك بشكل كبير في تقليل المواد المستخدمة، وهذا شائع بشكل كبير في صناعة السيارات .
- استخدام طاقة اقل: ويتعلق بتقليل الطاقة المستخدمة في العملية الإنتاجية أو تلك التي يحتاجها المنتج عند الاستعمال.
- استخدام مواد اقل: حيث تلجأ العديد من المنظمات إلى تكثيف أنشطتها في مجال البحث والتطوير في سبيل التوصل إلى تخفيض نسبة المواد المستخدمة في منتجاتها، وكذلك عبر محاولة زيادة كفاءة العمليات الإنتاجية لتقليل التلف أثناءها، وبالتالي إمكانية خفض الكلف وتحقيق السلامة البيئية، وهذا يؤدي إلى تقليل المشكلات البيئية من خلال تبديل المواد الضارة بمواد صديقة للبيئة.

2- إعادة التدوير:

وهو إعادة المنتج أو المادة التي أصبحت في ظرف معين نفايات إلى مواد مفيدة من خلال مجموعة معالجات فيزيائية أو كيميائية أو حياتية، بعبارة أخرى هي عملية تحدد السبل التي يمكن من خلالها استخدام المخلفات الصناعية، ويأخذ التدوير شكلين منه الداخلي بمعنى التدوير لإعادة الاستخدام داخل المنظمة الصناعية من جهة، والتدوير الخارجي للمخلفات المتولدة أي تدوير المنتجات في نهاية دورة حياتها من جهة أخرى، إلا أن تلك العلمية تواجه مشكلات بيئية معقدة تستلزم إجراء دراسات مختلفة تتعلق على سبيل المثال بشبكات إعادة تجميع السلع وتقنية إعادة تدويرها ومواصفات تلك السلع وأسواق تصريفها، كما أن هذه العملية تتطلب مجموعة إجراءات عامة وهي:

- تطوير نظم جمع وتصنيف المواد اللازمة لإعادة التدوير.
- تحقيق الاستخدام الأمثل وتحسين السلع المعاد تدويرها.
- الدعم المالي لإعادة التدوير للنفايات.
- توفير مساحات الأراضي اللازمة لإعادة التدوير.
- تنفيذ الإرادة الوطنية لعمليات إعادة التدوير.
- وضع السياسات والخطط اللازمة فعادة تدوير النفايات الخطرة.
- تعزيز التعاون الدولي.

وهناك من اختصر هذه الإجراءات في مجموعتين من الإجراءات لتحقيق النجاح لعملية إعادة التدوير في المنظمات الصناعية وهي:

(أ) - **إعادة تدوير السلعة** : ويمثل حلا ضروريا وبديلا لإنتاج سلعة جديدة يمكن تطبيقه عليها بشكل كامل او مكوناتها أو أجزائها وكالاتي:

* إعادة تدوير السلعة مع المحافظة على قيمتها العالية بعد صيانتها وتطويرها وإعادة استعمالها لتؤدي نفس الوظائف والمهام التي تؤديها السلع الأخرى.

* إعادة تدوير السلعة بعد تفكيكها وإدخال مكوناتها وأجزائها لعملية الإنتاج والتجميع ويعتبر هذا النوع اقل قيمة من النوع السابق.

(ب)- إعادة تدوير المواد: يتعلق بالاستفادة من المواد الداخلة في صناعة أي سلعة (إعادة التصنيع) في صناعات مماثلة أو مختلفة بعد فصلها عن بعضها، مع مراعاة شروط الحفاظ على البيئة وكالاتي:

* إعادة تدوير المواد من خلال إعادة تصنيعها واستخدامها كمواد لتشكيل سلع أخرى.

* إعادة تدوير المواد من خلال معالجتها كيميائيا او حراريا لتصنيع مواد أولية جديدة، وعلى الرغم من وجود بعض العقبات لعملية إعادة التدوير فهناك بعض الفوائد لهذه العملية ومنها:

- الحد من تعدد وتنوع مدخلات ومخرجات العملية الإنتاجية.

- تطوير المنتجات بحيث تصبح منتجات مصنوعة من مادة واحدة.

- زيادة عمليات إعادة التدوير لى أقصى حد ممكن.

- تتميز المعدات الصناعية الحديثة بزيادة كبيرة في طاقتها الإنتاجية، مما يجعل عملية إعادة التدوير للمواد في عملية الإنتاج ودمجها في العملية الإنتاجية أكثر صعوبة.

3- تغيير تقنية الإنتاج :

تتأثر كمية النفايات والانبعاثات الناجمة عن عمليات الإنتاج الصناعي بطبيعة نظام الإنتاج الذي تعتمده العملية الصناعية، فالتحول من نظام الإنتاج اليدوي إلى نظام الإنتاج الآلي واعتماد تقنية التحكم التلقائي سيؤدي إلى توفير الطاقة المستهلكة، وكمية المواد الأولية اللازمة لوحدة المنتج، حيث تتطلب العملية الإنتاجية للوصول إلى إنتاج أكثر امنا من الناحية البيئية استثماراً في التقنية الحديثة، وهنا يجب النظر إلى هذا الموضوع بعناية فائقة لأنه يساعد في تحقيق منافع اقتصادية وتحسين جودة المنتج، ذلك أن تغيير تقنية الإنتاج تعتمد على عدة اعتبارات ومنها:

- اعتماد المواد الغير خطرة او قليلة الخطورة لتحل محل المواد الخطرة.
- اعتماد تدوير النفايات.
- اعتماد التقنية الحديثة عند ارتفاع معدلات الاستهلاك.
- اعتماد تقنيات منع التلوث والمراقبة، فضلا عن إلزام جميع المنظمات على الامتثال للمعايير الدولية والوطنية للمحافظة على البيئة،

- صياغة التدابير القانونية والاقتصادية لضمان اعتماد التقنية النظيفة.
- إنشاء مراكز لتقنية الإنتاج الأنظف لوضع قاعدة بيانات مركزية لتوفير المعلومات للمنظمات الصناعية.

4- تطوير المنتج :

إن ابرز المظاهر التي تشير إلى تبني تقنية الإنتاج الأنظف في إطار تحمل المنظمات لمسؤولياتها البيئية والأخلاقية اتجاه المجتمع هو تطوير المنتج من اجل حماية البيئة الطبيعية والمحافظة عليها، حيث تقوم بعض المنظمات بدعم وتمويل الأنشطة الخاصة بعملية التطوير والترويج لمشاريع إعادة التدوير للتقيل من النفايات والتلوث، فضلاً عن إعادة تقييم الآثار السلبية لمنتجاتها على البيئة الطبيعية لتكون صديقة لها، كما أن التركيز على إنتاج سلع آمنة وصديقة للبيئة يدفع المنظمة لرفع كفاءة عملياتها الإنتاجية، مما يخفض من مستويات التلف والتلوث البيئي الناجم عن العملية الإنتاجية، وتجنب الملاحقات القانونية التي تفضي إلى دفع تعويضات للمتضررين ، وجمعيات حماية البيئة وحماية المستهلك. بمعنى أن تطوير السلعة على وفق هذا التوجه هو إعادة هيكلها أو تصميمها وبما يلبي طموحات الزبون ومتطلبات البيئة على حد سواء. وهذا التطور على وفق الشعور لا بد أن يمر عبر مرحلتين هماك

المرحلة الأولى/ وضع المعايير: وفيها يتم تحديد معايير الأداء البيئي الخاصة بالسلعة، إذ تتم دراسة ومراعاة المعايير المتعلقة بالتشريعات القانونية، فضلا عن المعلومات المتعلقة بالجانب التقني أو تلك الخاصة بدراسة السوق والتي على أساسها يتم تحديد تلك المعايير بشكل دقيق ومناسب في ضوء ما تم جمعه من معلومات.

المرحلة الثانية/ تطوير السلعة وتتألف من أربعة مراحل:

- تخطيط السلعة: وفيها يتم اختيار الأفكار المتوافقة مع المعايير الموضوعة مسبقا للبدء بوضع الخطط العامة للسلعة وتكييفها مع التصميم التقني أو الفني الخاص بخصائص الأداء لها وبناء على ذلك يوضع التصميم الأولي للسلعة.

- تقييم التصميم: وفيه يتم تقييم ما نفذ من الخطوة الأولى استعدادا لإنتاج النموذج البيئي ، وفي هذه المرحلة تستعمل مجموعة من الأدوات الدقيقة على المستويين الفني والتقني.

- تقييم النموذج الأولي: بعد القيام بتدقيق التصميم تقوم المنظمة بتقديم نموذج أولي إلى السوق واختباره على نطاق محدد للوقوف على سلبياته وايجابياته أو مقارنته بما يتم تقديمه من معايير وإرشادات في المرحلة الأولى.

- التقييم النهائي: وفيها يتم تقييم السلعة تقييما نهائيا وتقدم إلى السوق وبشكل أوسع، هذه المراحل تؤكد على تطوير السلعة التي تلبي الاعتبارات البيئية فيما يتعلق باستخدام الموارد الطبيعية والطاقة والتقليص النفايات والانبعاثات وهذا يتطلب إجراء تغيرات خصائصها باعتماد أساليب متقدمة للوصول إلى سلعة صديقة للبيئة وبأسعار مناسبة تلبي رضا الزبون.

5- الحد من النفايات عند المصدر:

يشكل استخدام المنظمات الصناعية المواد الأولية والطاقة مخلفات لها آثار ضارة على صحة الإنسان والبيئة الطبيعية على حد سواء، فضلا عن احتمالية إنتاج سلع يصعب تدويرها وهذا قد يدخل المنظمات الصناعية في مشاكل بيئية، يدفعها إلى البحث عن معالجات لتلك المشاكل من خلال اعتماد مبدأ الكفاءة في استخدام الموارد عن طريق ترشيد استهلاكها خلال عمليات التصنيع، ويرجح المهتمون بدراسة الشؤون البيئية والاقتصادية أن التدهور البيئي دفع المنظمات الصناعية إلى السيطرة على النفايات عند المصدر للأسباب التالية:

- إن الاستخدام الكثيف للطاقة أدى إلى إحداث تلوث في الجو من خلال زيادة كميات الجسيمات الدقيقة العالقة والغازات السامة فيه.

- التوسع الصناعي وزيادة عدد الأنشطة الصناعية التي تعتبر مصدر أساسي للتلوث.

- انتشار القطاعات الصناعية التي تعتبر أكثر تلوثاً للبيئة وخاصة في الدول النامية.

وعلى الرغم من أن هذه الأسباب هي التي دفعت المنظمات الصناعية لتبني موضوع الحد من النفايات عند المصدر وكانت أساساً ليس للمحافظة على البيئة فقط ، وإنما لتحقيق نوعين من الفوائد لتلك المنظمات وهي :

أ- فوائد إزاء تحسين أداء المنظمة من خلال تحسين :

- جودة الإنتاج وكفاءته .
- معنوية العاملين .
- العلاقات مع العاملين .
- كفاءة التشغيل والأداء البيئي بشكل عام .
- الأرباح من خلال بيع النفايات أو إعادة استخدامها .

ب- فوائد ذات أبعاد اقتصادية وتشمل تقليل :

- تكاليف الإنتاج .
- تكاليف مراقبة النفايات وتكاليف علاجها .
- كمية توليد النفايات السامة أو الخطرة .
- الحوادث التي يتعرض لها العاملون وتخفيض التسريبات وغيرها .
- تكاليف المناولة وتكاليف التخلص منها خارج الموقع .

6- التدبير الإداري الجيد:

ينصب دور إدارة المنظمة على توفير الحماية البيئية من خلال حظر التصرفات والأعمال التي من شأنها الأضرار بعناصرها، وهناك العديد من التدابير أو الإجراءات التي يمكن القيام بها في كل مراحل العمليات الإنتاجية، لمنع أو تقليل التلوث خلالها، ومن هذه الإجراءات :

- تجنب الخسائر المادية الناجمة عن التعبئة والتغليف.
- العمل المستمر في تنظيف المعدات ومكان العمل.
- الاعتماد السليم لعمليات صيانة المعدات.
- التخزين السليم للمواد الأولية.
- دورية إبراء ذمة العاملين بعد كل نوبة عمل.

إن التدبير الإداري الفاعل لا يتطلب أي استثمارات، ويمكن تنفيذه مباشرة بعد الانتهاء من تحديد أو وضع الخطط الإنتاجية، فهو يهدف إلى السيطرة على جميع المشكلات داخل المنظمة من خلال تجنب تلف الموارد وذلك عن طريق ترشيد استهلاك المواد الولية والطاقة والمياه، وهذا يتطلب التركيز على تدريب العاملين وتحسين الدور الرقابي على العملية الإنتاجية.

قائمة المصادر

أولاً: المصادر باللغة العربية

1- أحمد ، سليمة غدير و عائشة،سلمى كيحلي ، (2011)، **دور الأداء البيئي في الرفع من تنافسية المؤسسات الاقتصادية**، جمع مداخلات الملتقى الدولي الثاني حول الأداء المتميز للمنظمات و الحكومات المنعقد بجامعة ورقلة، المحور السادس: عرض تجارب بعض الدول و المؤسسات في مجال تحقيق الأداء البيئي، الطبعة الثانية.

2- التوفي، أنور محمد حسين، (2016)، **دور أنماط التفكير القيادي في تحقيق متطلبات الإنتاج الأنظف**- دراسة استطلاعية لاراء القيادات الإدارية في عينة من المنظمات الصناعية في محافظة دهوك، رسالة ماجستير، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة دهوك، العراق.

3- الجبوري، محمد إبراهيم محمد حسين، (2012)، **دور الإنتاج الأنظف في دعم إستراتيجية التميز**- دراسة ميدانية في الشركة العربية لكيمياويات المنظفات في محافظة صلاح الدين، رسالة ماجستير، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل، العراق.

4- الشاوي، هاني فاضل جمعة، (2017)، **دور إدارة معايير الإنتاج النظيف في تقليل المخاطر الاقتصادية والبيئية والصحية وفقا لفلسفة (Jidoka) اليابانية**، مجلة العلوم الاقتصادية.

5- النعمة ، عادل ذاكر، (2007)، **اثر نظام المعلومات الإستراتيجية في متطلبات التصنيع الأخضر**- دراسة لمنظمات مختارة في محافظة الموصل، أطروحة دكتوراه، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل، العراق.

6- درويش، رعد الياس،(2018)، **استراتيجيات الإنتاج النظف ودورها في التوازن البيئي من خلال المعرفة البيئية و نظام إدارة الجودة الذكية**، دراسة تحليله لآراء المديرين في عدد من مصانع إنتاج المياه المعدنية في إقليم وكردستان العراق، أطروحة دكتوراه، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة السليمانية، العراق.

7- كمـــال سماش و جغوط عبد الــرزاق، (2016)، **الإنتاج الأنظف كإستراتيجية لخلـق مزايـا تنافسية للمؤسسات الصناعية الجزائرية**- عرض تجارب، مجلة الاقتصاد والتنمية البشرية، العدد (9).

8- مجاهدي، فاتح و إبراهيمي، شراف، (2012)، **برنامج الإنتاج الأنظف كالية لزيـادة فعاليـة ممارسة الإدارة البيئية ودعم الأداء البيئي للمؤسسة**، مجلة أداء المؤسسات الجزائرية، العدد (01).

9- مخلف، عارف صالح ، (2009)، **الإدارة البيئة الحماية الإدارية للبيئة**،دار اليازوري العلميـة للنشر والتوزيع،ط1 ، عمان، الأردن.

10-موزيق ، عاشور ،(2011)، **الإنتاج الأنظف من الصيانة الإنتاجية الشاملة وأنظمة التصنيع الحديثة** ، المجلة الأكاديمية للدراسات الاجتماعية والإنسانية ، العدد (6)، الجزائر .

11- نجم ، عبود نجم ،(2008)، **البعد الأخضر للأعمال** ، مؤسسة الوراق، عمان، الأردن .

ثانياً: المصادر باللغة الانكليزية

1- Aziz ،Hamidi Abdul and Aziz ،Shuokr Qarani ، (2011)،**Cleaner Production Approaches for Sustainable Development** ،International Engineering for Sustainable Conference (iNESCO)، 14th-15th October، Engineering Campus، USM، Penang، Malaysia.

2- Aschner، Andrew، (2004)،**Planning for Sustainability through Cleaner Production**، A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy ، The University of New South Wales School of Mechanical and Manufacturing Engineering.

3- Arun J. Basu and Dirk J.A. van Zyl، (2006)، **Industrial ecology framework for achieving cleaner production in the mining and minerals industry**، Journal of Cleaner Production 14.

4- Berkel R. van (2006)،**Cleaner production and eco-efficiency**، In: Handbook on Environmental Technology Management (D. Marinova، Ed.). Edward Elgar Publications، Cheltenham، UK.

5- Canzhu Gao، (2001)،**Study and implemention of cleaner production in environment impact assessment**، Proceeding of

International Conference on Cleaner Production، Biejing، China، Paper No.25.

6- Cooray، Nihal، (2008)،**Cleaner production Assessment in Small & Medium Industries of Sri lanka**، environmental & Industrial Engineering، Project SMED، sir lanka.

7- Dieleman ، Hans، (2007)،**Cleaner production and innovation theory، social expertments as a new model to engage in cleaner production**،Rev. Int. Contam. Ambient. 23 (2) 79-94، 2007

8- Evans، J.E and Hamner W.B، (2003)،**Cleaner production at the asian development bank**، Journal of cleaner production، vol.1 ، No6.

9- Gavrilescu، Maria ، (2004)،**Cleaner Production as a tool for sustainable development** ، Environmental Engineering and Management Journal، March 2004، Vol.3، No.1.

10- Graham،Alan Howgrave and Rene van، Berkel، (2006)،**Assessment of cleaner production uptake: method development and trial with small businesses in Western Australia**، Journal of Cleaner Production xx.

11- Khuriyati Nafis and Wagiman ،Denok Kumalasari ،(2015) **Cleaner Production Strategy for Improving Environmental Performance of Small Scale Cracker Industry** ،International Conference on Agro-industry (ICoA) : Competitive and sustainable Agroindustry for Human Welfare، Agriculture and Agricultural Science Procedia 3.

12- Nhan، Tran Van، (2005)،**Cleaner production- a cost Effective Tool for Industrial Wastewater Management**، Science Council of Asia، Hanoi University of Technology، Vietnam.

13- Menzel، V.، Smagin، J. and David، F. (2010)، "**Can companies profit from greener manufacturing?**"، Measuring Business Excellence، vol. 14، no. 2، pp. 22– 31.

14- Zhou،Zhaongfan ،(2001)،**Process control and cleaner production**،proceeding of International Conference on Cleaner Production، Beijing،China ، paper No. 24.

الفصل الثاني عشر

التصنيع المستدام

Sustainable Manufacturing

الفصل الثاني عشر

التصنيع المستدام

Sustainable Manufacturing

تمهيد..

زاد الاهتمام اتجاه البيئة بسبب التلوث و استهلاك الموارد الطبيعية وعليه أصبح تطبيق النظم المستدامة مطلب ضروري في التصنيع الحديث بهدف مخاطبة هذه الاهتمامات ومصادر القلق وتقديم حلول فاعلة، والاستدامة تعني الإيفاء بحاجات الجيل الحالي دون الأضرار بقدرة الأجيال اللاحقة على تلبية حاجاتها، والتي تأخذ بنظر الاعتبار ثلاثة جوانب مهمة في التنمية المستدامة وهي الجوانب الاقتصادية والبيئية والاجتماعية، ومن جانب آخر ارتبط التصنيع التقليدي بنواتج عرضية غير مرغوبة للبيئة، فالمصنعين مسؤولين عن تحويل المدخلات من الموارد إلى مخرجات مفيدة مثل المنتجات التي لها قيمة اقتصادية ولكن بكفاءة محدودة. في العقود الماضية ارتبط العبء البيئي بالنشاطات الصناعية وقد أصبحت هذه المسالة من المسائل العالمية المهمة وتحدي كبير للمجتمع، مما دفعت الاستدامة إلى اهتمام كبير في بحوث التصنيع في العقود الأخيرة وأصبحت دافع مهم في تطوير التقنيات الإبداعية والمفاهيم الإدارية .

أولاً / مفهوم التصنيع المستدام

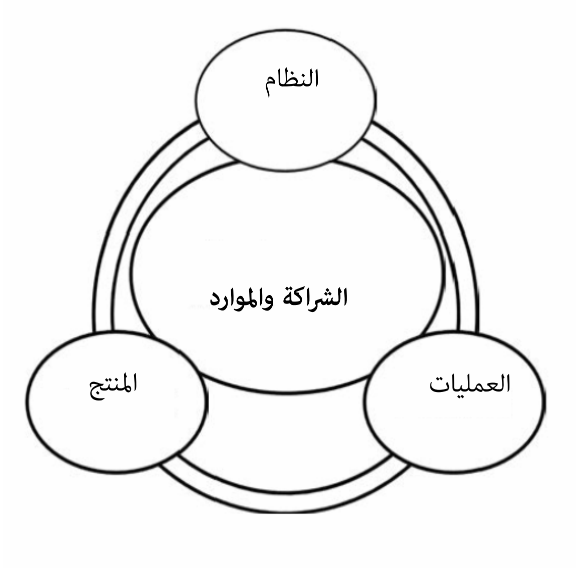
يعد التصنيع المستدام جزء من مفهوم اكبر وهو التنمية المستدامة، والتي ظهرت منذ بداية الثمانينات استجابة إلى زيادة الوعي تجاه البيئة وتوسع ونمو الأعمال والتجارة الاقتصادية في العالم، إن التنمية المستدامة تعني الإيفاء باحتياجات الجيل الحالي دون الاخلال بقدرة الأجيال المقبلة على الإيفاء بحاجاتها وفق مفهومين هما:

- مفهوم الحاجات وخاصة الحاجات الضرورية لفقراء العالم وهم الغالبية.
- فكرة المحددات التي تفرضها حالة التقنية والتنظيم الاجتماعي على قدرة البيئة في الإيفاء بحاجات الأجيال الحالية والمستقبلية.

رغم انتشار مصطلح التصنيع المستدام في البحوث ولكن لا يوجد تعريف متفق عليه بشكل عام، فالبعض يرى بان التصنيع المستدام طرق إنتاجية أو تقنيات إنتاجية تركز على التطوير الاقتصادي وحماية البيئة في نفس الوقت، وهناك من يضيف على هذا التعريف بترجمة الاستدامة إلى كونها تصنيع صديق للبيئة وصنع منتجات مصنعة تستخدم عمليات غير ملوثة مع المحافظة على الطاقة والموارد الطبيعية وهي أنظمة سليمة وآمنة اقتصاديا للمستهلك والمجتمعات .

ويعرف على انه صنع منتجات منفصلة تلبي وظائفها من خلال دورة حياتها، وتسبب قدرا من الآثار على البيئة (الطبيعة والمجتمع) بشكل يمكن إدارته، مع تحقيق قيمة اقتصادية واجتماعية، كما يعرف التصنيع المستدام بأنه تصميم وتصنيع منتجات عالية الجودة والأداء مع التحسين والتعزيز الوظيفي باستخدام تقانات وطرق تصنيع كفؤة باستخدام الطاقة الخالية من المواد السامة وغير الخطرة نحو إنتاج امثل، وبأقل ما يمكن من المواد والانبعاثات وتوفير أعظم استرجاع وإعادة تدوير وإعادة استخدام وإعادة تصنيع تهدف جميعها إلى تعزيز المنافع الاجتماعية والأثر الاقتصادي، وفي نفس السياق يشير كلا من (Despeisse et al. ، 2012) إلى أن التصنيع المستدام إستراتيجية تصنيع تستند على تكامل الجوانب البيئية والاجتماعية بالإضافة إلى الجوانب التقنية والاقتصادية، كما ويعرفها آخرون على أنها مبادرة التصنيع المستدام لأغراض التجارة أي أنها صنع منتجات مصنعة تستخدم عمليات تقلل الأثر البيئي وتحافظ على الطاقة والموارد الطبيعية.

و يمكن تعريف وتشخيص مفهوم التصنيع المستدام من خلال ثلاثة مستويات وهي مستويات المنتج والعمليات والنظام وكما موضح في الشكل (1) حيث ان التفاعل ما بين هذه المستويات يوفر الاستدامة المطلوبة.



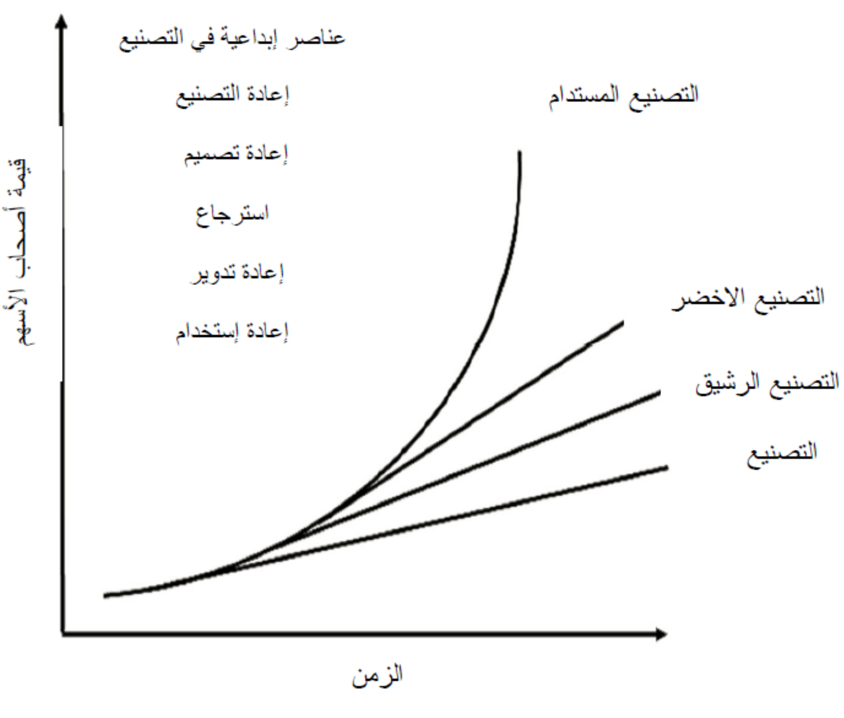
الشكل (1)

مستويات التصنيع المستدام

بالاستناد إلى ما سبق يمكن تعريف التصنيع المستدام على انه ممارسات داخل المنظمة وبين المنظمات تقوم بتكامل الجوانب البيئية والاقتصادية والاجتماعية في الأنشطة العملياتيه، وبهذا يمكن الفصل بين نوعين من الممارسات وهي ممارسات تصنيع مستدام داخلية وخارجية. الممارسات الداخلية تركز على الممارسات المستدامة في المنظمة أما الخارجية فتشير إلى الممارسات بين المنظمات ضمن سلسلة القيمة وعلى نحو يمتد بشكل أوسع من سلسلة الإنتاج، والهدف منه هو تحسين الاستدامة الاقتصادية والبيئية والاجتماعية فضلا عن صنع السلع والخدمات باستخدام عمليات ونظم تتميز بما يأتي:

- تحافظ على الطاقة والموارد الطبيعية.
- مجدية اقتصاديا.
- آمنة وصحية للعاملين والمجتمعات والمستهلكين.
- لا تعد مصدرا للتلوث.

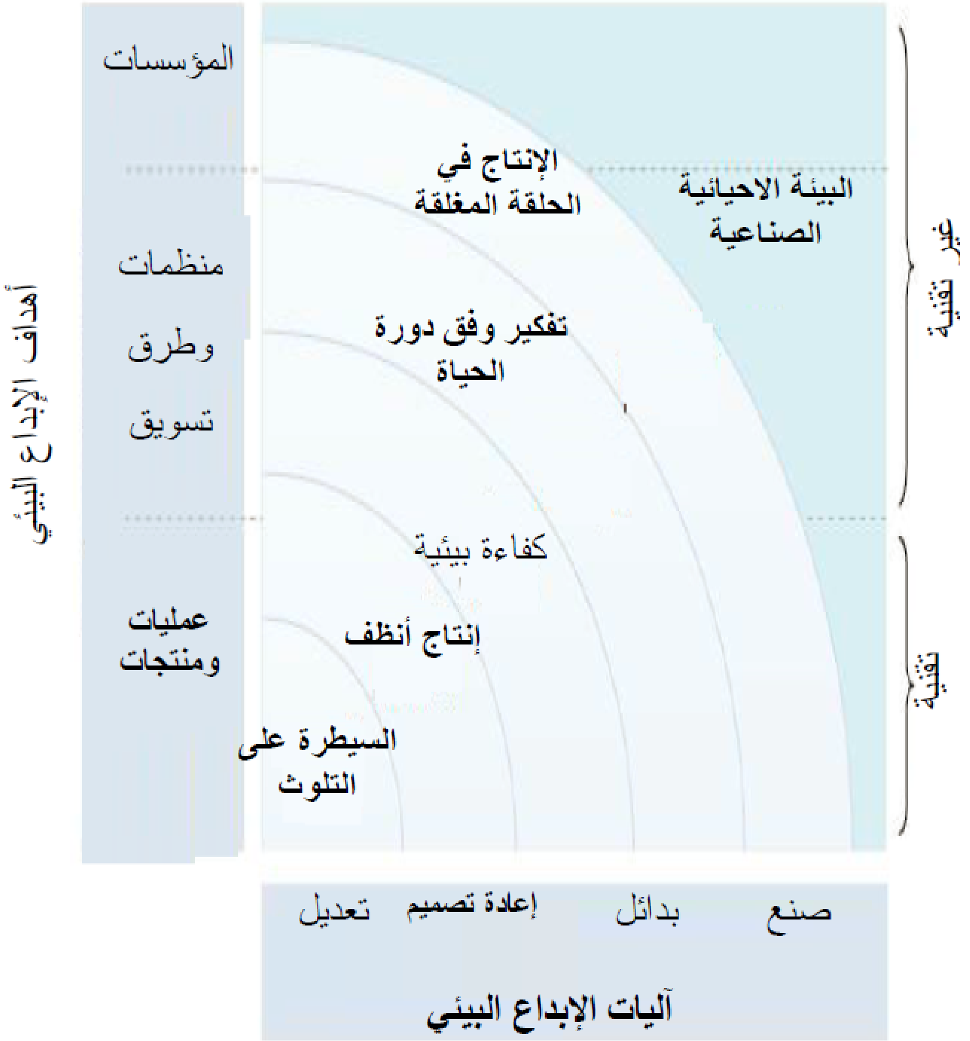
ويعد مفهوم التصنيع المستدام أكثر شمولا من مفاهيم التصنيع البيئي والمكننة البيئية والإنتاج النظيف، وكما هو موضح في الشكل (2) الذي يظهر فيه تطور مفهوم التصنيع المستدام، اذ أنه يتعامل مع العناصر الثلاثة للاستدامة (البيئة والاقتصاد والمجتمع) ويأخذ في الحسبان جميع الجوانب البيئية مثل التلوث والمواد السامة وانبعاث الغازات، يستخدم التصنيع المستدام حلول تقنية وغير تقنية لاختيار المواد وعمليات الإنتاج معبرا عنها في رسالة وهيكلة واداء المنظمة، ويغير التركيز من الحلول في نهاية العملية الإنتاجية من خلال كيفية طرح المخلفات والتنظيف والاسترجاع، إلى طريقة أخرى تبدأ منذ بداية عملية تصميم المنتج أو العملية .



الشكل (2)

تطور مفهوم التصنيع المستدام

وفي صدد علاقة التصنيع المستدام مع الإبداع البيئي يمكن توضيحه من خلال ما تحتاج إليه الصناعة والحكومة إلى فهم أفضل لتحديد كيفية التحرك تجاه مستقبل مستدام، إذ يلعب الإبداع دورا في تحريك الصناعة تجاه التصنيع المستدام، حيث تحول مبادرات التصنيع من الطرق التقليدية للسيطرة على التلوث إلى مبادرات إنتاج أنظف ثم وجهة نظر دورة الحياة والإنتاج في حلقة مغلقة تعد كلها ناتجة عن الإبداعات البيئية، ويوضح الشكل (3) خطوات التصنيع المستدام وفق ارتباطها الأساسي بالإبداع البيئي أي أن الشكل يظهر أهداف الإبداع في محوره العمودي والياته في محوره الأفقي، أما الموجات فهي تنتشر تجاه الزاوية اليمنى وتشير إلى مسار اعتماد عدة مفاهيم للتصنيع.



الشكل (3)

خطوات التصنيع المستدام

ثانياً/ أهمية التصنيع المستدام

يعد التصنيع الدافع الرئيسي لرفاهية وازدهار المجتمعات، ولكنه يسهم قوة وبشكل مباشر أو غير مباشر إلى استنزاف الموارد الطبيعية ويمثل عبء على البيئة، هذه التأثيرات البيئية تتوسع مع زيادة الطلب العالمي على السلع الصناعية ، ورغم الوعي تجاه المحددات السائدة في الموارد الطبيعية يزداد الطلب على الموارد وما يرتبط بذلك من تلوث في البيئة، وعليه أصبح من الضروري البحث عن تنمية مستدامة في إطار التصنيع العالمي مع الأخذ بنظر الاعتبار الناتج النهائي الثلاثي وفق أبعاد الاستدامة، وبذلك فأن التصنيع المستدام يمثل منهج تصنيعي هندسي للتعامل مع التحديات المذكورة أعلاه، إذ تتطور تقنيات التصنيع في اتجاه تحقيق التنافس الاقتصادي والمطابقة البيئية في إطار عالمي طبيعي تتوفر فيه الموارد ويحقق رفاهية اجتماعية مختلفة تتلاءم مع المجتمعات البشرية حول العالم. كما يمكن القول ان ممارسات إدارة العمليات المستدامة تؤدي إلى زيادة الأداء ألعملياتي وأداء السوق المالي، فضلا عن أن استهداف كفاءة استخدام الطاقة والمحافظة على الموارد وتقليل الهدر والممارسات الكفوءة لتحسين نشاط النظام البيئي أي تقليل الأثر البيئي ساعد المنظمات على زيادة كفاءة العمليات من خلال تقليل التكاليف وتقليل زمن الانتظار في الإنتاج وتحسين الجودة، والإنتاجية وتحسين الواردات أو الربحية والحصة السوقية، والسمعة المنظمية فضلا عن تحقيق فرص سوق أفضل.

ويرى(Diallo ،2012) إن نشاطات التصنيع من العوامل الضرورية المساعدة في تطوير الاقتصاديات الحديثة، إذ أن للتصنيع اثر ثلاثي على الاستدامة من خلال:

– الدور الرئيسي للتصنيع في صنع الثروات.

– يسهم التصنيع مساهمة مباشرة في تقويض المواد في المجتمعات البشرية لأنه يتطلب مدخلات مادية لإمكانية إنتاج المخرجات.

– يسهم التصنيع مساهمة مباشرة إلى تقويض المواد في المجتمعات البشرية لأنه ينتج منتجات تستهلك بدورها حتى بعد مغادرتها لنظم التصنيع.

ويمكن القول إن أهمية عمليات التصنيع المستدام تكمن في الآتي:

- تقليل استهلاك الطاقة.
- إزالة أو تقليل الهدر.
- تحسين مقاومة المنتج (عمر المنتج).
- إزالة المخاطر الصحية وانتشار السموم.
- زيادة جودة التصنيع.
- تعزيز إعادة التدوير وإعادة الاستخدام وإعادة التصنيع.
- تطوير مصادر طاقة متجددة.

ثالثاً/ متطلبات التصنيع المستدام

لتحقيق نظم التصنيع المستدام من المهم أن نفهم ونحدد الحاجات المرتبطة بالمنهج المستدام، ويمكن أن نرى بان بناء التصنيع المستدام يتحقق من خلال توظيف ثلاثة أسس مستخدمة لوصف وتعريف التصنيع المستدام ومنها:

- **المعلومات:** القيام بتقييم فاعل بتوفير المعلومات الكمية بالخصائص المطلوبة.
- **الإدارة والثقافة:** تشجيع وتطوير الثقافة الموجهة إلى الاستدامة في المنظمة من خلال أقسام استدامة متخصصة داخل المنظمة.
- **الإجراءات:** لضمان تطبيق أهداف واستراتيجيات المنظمة المستدامة بفاعلية.

و هناك عدد من المتطلبات المطلوبة لتحسين أداء التصنيع لغرض الاستدامة وكما يلي:

- **المفاهيم:** وتمثل تحليل شامل للعناقيد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية .
- **الطرق والأدوات:** تطوير وتحسين وتعزيز الأدوات والطرق الذكية التي تدعم مفهوم الاستدامة.
- **البيانات:** دعم الأثر البيئي وتقييم الاستدامة والتي هي بحاجة إلى بيانات أكثر شمولا عبر جميع دورة حياة المنتج.
- **ممارسات التصنيع:** بناء مؤشرات الاستدامة لأغراض القياس والمراقبة ولزيادة وعي الاستدامة بين المجهزين والزبائن.

- **السياسات الحكومية**: تحقيق التعاون ما بين المنظمات والحكومة في برامج الاستدامة والعوامل البيئية وسياسات العمليات النظيفة.
- **البحوث:** الحاجة إلى البحوث الأكاديمية والصناعية لتعزيز نظم الاستدامة بالتركيز على جوانب التصميم والتصنيع والبيئة.
- **التكامل:** كافة المتطلبات السابقة مطلوبة لتحقيق نظام متكامل يمثل جوانب الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

رابعاً/أبعاد التصنيع المستدام

الاستدامة في التصنيع من المواضيع المتزايدة الأهمية في الميدان البحثي، والمنظمات أمام ضغط مستمر من جهات مختلفة لاعتماد استراتيجيات تصنيع مستدامة، و لم يتم التوصل إلى حلول مثلى في هذا المجال، ويمكن أن نجد في البيئة الأكاديمية بحوث في مجالات مختلفة تتعلق بالاستدامة من خلال التعامل مع سبعة أبعاد أساسية وكما موضحة في الشكل (4) :



الشكل (4)

أبعاد التصنيع المستدام

ومن وجهة النظر المستندة على الموارد فأن الإدارة الملائمة للموارد والقدرات الفريدة تؤدي إلى تحقيق ميزة تنافسية وأداء متفوق، ويتميز التصنيع المستدام با القدرة على التعامل مع جميع الموارد داخل وخارج المنظمة، وفي هذا الصدد تم تحديد خمسة أبعاد رئيسة في تقييم عدة جوانب في نظم التصنيع المستدام وهي الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والإنتاجية والاجتماعية.

وقدم كلا من (Hamia et al. ،2015) منهج خاص بأبعاد التصنيع المستدام بإضافة ثلاثة أبعاد إلى نهج (3R) التقليدي والمتضمن إعادة التدوير، إعادة الاستعمال، التقليل (Recycle)،Reuse،Reduce والعناصر المضافة هي (Redesign، Remanufacturing ،Recover) واعتبر أن هذه الأبعاد تعد مهمة جدا في الاستدامة التصنيعية وفيما يلي شرحا مبسطا لهذه الأبعاد:

(أ)- الاسترجاع (Recover): يعد استرجاع المنتج عملية ذو فائدة اقتصادية وبيئية لطلب منتجات جديدة، وهو مفهومً شامل يتضمن مفاهيم مثل إعادة الاستخدام وإعادة التدوير. إن الهدف من استرجاع المنتج هو استرداد القيمة الأصلية للمنتج عندما لا يفي باحتياجات المستخدم المطلوبة، ونتيجة وعي المجتمع بالمشاكل البيئية مع الاستخدام الحالي للمواد والمنتجات، أدى إلى التحول من التركيز على المنتجات من المواد البكر (غير المُعاد تدويرها)، إلى زيادة في استرجاع المنتج. ومما ساهم في زيادة التوجه نحو هذا المفهوم زيادة الضغط التشريعي البيئي من الاتحاد الأوروبي (EU) ،مما يخلق بيئة يمكن أن يصبح فيها استرجاع المنتج عملية مربحة، يشمل استرجاع المنتج استرداد المنتجات والمكونات والمواد المستخدمة والمستبعدة، ويتكون من عدة أنشطة، مثل جمع المنتج ؛ تحديد إمكانات إعادة استخدام المنتج ؛ تفكيك المنتج وفصل المكونات القيمة ، مواد إعادة التدوير والتخلص من النفايات ، فهي تتضمن جمع المنتجات بعد نهاية عمرها من خلال نشاطات ما بعد الاستخدام، أي أنها بمثابة العودة إلى الأداء. في حين يعرف (Mclellan ، 2007).الاسترجاع بأنهعملية إعادة التجديد تتضمن إعادة المنتج المُستخدم إلى حالة عمل مُرضية قد تكون أدنى من المواصفات الأصلية بشكل عام.

(ب)- إعادة التصنيع (Remanufacturing): عملية صناعية يتم بموجبها إعادة المنتجات المستخدمة والتي يشار إليها باسم النواة، تمر عبر عدة عمليات مثل التنظيف والتعريف والفحص والتفكيك وإعادة معالجة المكونات، وإعادة التجميع والاختبار للتأكد من أنها تفي بمعايير المنتج ، ومن خلال تحسين الموارد الطبيعية والطاقة والتكاليف وتقليل الهدر وتعد عملية إعادة التصنيع صناعة خفية نسبيا، وهي عملية مربحة في العديد من القطاعات من خلال الاستفادة من القيمة المتبقية للمنتجات الهالكة، فضلا عن هامش الربح المتحقق من بيع الأجزاء المعاد تصنيعها، وفي كثير من الأحيان بشكل يفوق المبيعات الجديدة، والوفورات المتحققة للمستهلك المتمثلة بدفع اقل مما يدفعه للحصول على منتج جديد ودون المساس بالجودة أو الالتزامات البيئية، هذا فضلا عن أن إعادة التصنيع نشاط يمكن أن يكون له فوائد استدامة شاملة، فضلاً عن تقديم أرباح محتملة لمصنعي المعدات الأصلية الذين يتبنونها جنبًا إلى جنب مع منتج جديد .

(ت)- إعادة التصميم (Redesign): يعد تصميم وإعادة التصميم في الإنتاج طرقًا لإعادة هندسة العمليات التجارية لمنظمات التصنيع، حيث تعد طريقة عملية لمساعدتها في التحكم بعمليات التصنيع الخاصة بها والتي تكون ذو ميزة تنافسية في تلبية طلبات السوق والعملاء المستقبليين، لأنه يقوم على تطبيق مزيج من التقنيات والأساليب من مبادئ التحكم العملياتية، فهي تتضمن إدخال اعتبارات بيئية بتبسيط العمليات المستقبلية ما بعد الاستخدام، وهناك عدة حالات يكون فيها إعادة التصميم ضروريا منها:

- تغيير التصميم الحالي لاستيعاب بيئة تصنيع جديدة.
- يجب إعادة التصميم لتحسين الأداء الحالي، أو لتخفيض التكلفة، أو الموثوقية العالية .

قائمة المصادر

1- Allwood J. (2005)،**What is sustainable manufacturing? Sustainabsility: What are the issues?** In: Sustainable Manufacturing Seminar Series; February 2005.

2- Garbir Ibrahim ، (2014)،**DFSME: design for sustainable manufacturing enterprises (an economic viewpoint)**، International Journal of Production Researc، Vol. 51، No. 2.

3- Jawahir، L.S.، (2008)،**beyond the 3R'S: 6R concepts for next Generation Manufacturing: Recent trends and case studies**، symposium on sustainability and product development، Chicago

4- Hartini، S. and Ciptomulyono، U، (2015،)**The correlationship between lean and sustainable manufacturing on performance**: Literature review. Procedia Manuf4، 38–45.

5- Hamia Norsiah، Mohd Razali Muhamad and Zuhriah Ebrahim، (2015)،**The Impact of Sustainable Manufacturing Practices and Innovation Performance on Economic Sustainability**، 12th Global Conference on Sustainable Manufacturing

6- Kekale، Tauno; Weerd-Nederhof، Petra De; Visscher، Klaasjan & Bos Ger، (2010)، "**Achieving sustained innovation performance through strategic flexibility of new product development**"، International Journal of Innovation and Learning ، Vol.7، No.4:377 – 393.

7- Kishawy Hossam A.، Hussien Hegab ، and Elsadig Saad، (2018)،**Design for Sustainable Manufacturing: Approach، Implementation، and Assessment**، Sustainability ،3604; doi:10.3390/su10103604

8- Keshav Valase ،Raut D.N. ،(2018)،**Sustainable Manufacturing Implementation With SMEET Framework For Manufacturing Industries**، American Journal of Engineering Research، Volume-7، Issue-5.

9- Pathak Priyanka ،M.P. Singh ،Pankaj Sharma،، (2017)،**Sustainable Manufacturing : An Innvation and need for Future**، Proceedings of International Conference on Recent Innovations in Engineering and Technology، Jaipur، India، 18th - 19th Feb'، ISBN: 978-93-86291-63-9.

10- Parke David and Butle Phil، (2007)،**an introduction to Remanufacturing**، centre for Remanufacturing & Reuse، Oakdene Hollins 2007.

11- Rosen، M.A.; Kishawy، H.A. ، (2012)،**Sustainable manufacturing and design: Concepts**، practices and needs. Sustainability، No. 4.

12- Stark Rainer، Günther Seliger and Jérémy Bonvoisin ، (2017)،**Sustainable Manufacturing Challenges، Solutions and Implementation Perspective**، Springer International Publishing AG، Library of Congress Control Number: 2016958458، ISBN 978-3-319-48514-0 (eBook).

13- Mançanares Cauê Gonçalves، Eduardo de Senzi Zancul، Paulo Augusto Cauchick Miguel، (2015)،**Sustainable manufacturing strategies: a literature review on additive manufacturing approach**، Product Management and Development ، Vol. 13 no. 1 ،DOI: 10.4322/pmd.2015.001،

14- Mclellan Thomas، (2007)،**What is Recovery?A working definition from the Betty Ford Institute**، Journal of Substance Abuse Treatment 33 .

15- Menzel، V.، Smagin، J. and David، F. (2010)، "**Can companies profit from greener manufacturing?**"، Measuring Business Excellence، vol. 14، no. 2، pp. 22– 31.

16- Östlin Johan، (2008)،**On Remanufacturing Systems Analysing and Managing Material Flows and Remanufacturing Processes**، master thesis، Department of Management and Engineering LINKÖPING STUDIES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY، THESIS NO. 1192 ،Linköpings university.

17- Wiktorsson Malardalen & Netz Erik ،(2009)،**enabling Effective Production System Redesign – Complementing Investment and Design Processes**، Swedish Production Symposium (SPS09).

الفصل الثالث عشر

التصنيع المتقدم

Advanced Manufacturing

الفصل الثالث عشر

التصنيع المتقدم

Advanced Manufacturing

تمهيد..

إن تزايد التنافس العالمي والتقدم في تكنولوجيا التصنيع هو واقع بيئة الأعمال اليوم، وهذا أدى إلى تحول الأولويات الإستراتيجية تجاه الجودة وفاعلية الكلفة والاستجابة إلى تغيرات السوق فضلاً عن أن تغير توقعات الزبون وزيادتها، وعدم كفاءة التصنيع التقليدي أدى بالمصنعين إلى أن يأخذوا بنظر الاعتبار مناهج تصنيع جديدة تسمح بجودة ومرونة عاليتين وبكلفة أوطأ، وكان احد الخيارات المهمة هو التصنيع المتقدم الذي يطبق مدى من التكنولوجيا التي تستفيد من الحواسيب للسيطرة على عملية التصنيع ومراقبتها، وتشمل تقنيات ومكائن تصنيع تجتمع مع تكنولوجيا المعلومات والالكترونيات الدقيقة ممارسات جديدة في عملية التصنيع، ومما يجدر الإشارة إليه أن أدبيات إدارة الإنتاج والعمليات تناولت مصطلح التصنيع المتقدم تحت مسميات عديدة في العناوين لكنها متفقة تماماً على المحتوى، ومن هذه المسميات (تكنولوجيا التصنيع المتقدم، نظام التصنيع المتقدم، تقنية التصنيع المتقدم) إلا أن غالبية الكتابات وبشكل خاص الأجنبية منها تميل إلى استخدام مصطلح (تكنولوجيا التصنيع المتقدم).

أولاً / نشأة التصنيع المتقدم وفلسفته

يمكن وصف التصنيع بأنه عملية تحويل المواد الخام إلى منتج ذو قيمة مضافة،ويعرف النظام بأنه مجموعة من الأنشطة التي تتألف من العمليات برمتها أو مجموعة من الوحدات التي تتفاعل مع بعضها البعض ككل، وعليه يمكن تعريف نظام التصنيع بأنه مجموعة من النظم الفرعية أو الأنشطة الوظيفية التي من خلالها يتم تحويل المواد الخام إلى المنتج النهائي أو من المواد الخام إلى منتج مكتمل ووفق الأسبقيات التنافسية.

شهد نظام التصنيع تطوراً كبيراً فخلال فترة 1945 إلى 1960، كان التركيز في التصنيع على الآلات، والمكائن الروبوتية في الإنتاج الواسع بدعم من الأتمتة مع تكنولوجيا الكمبيوتر.خلال حقبة السبعينات، انتقل الاتجاه إلى نظام التصنيع المرنFlexible Manufacturing، والإنتاج الرشيق Lean Manufacturing والإنتاج في الوقت المحدد Just In Time بدعم من تكنولوجيا المعالجات الدقيقة، والاتصالات، والنظم الخبيرة، وأخيراً في التسعينيات و الألفية الجديدة اعتمد التصنيع على التصنيع المتكامل بالحاسوب Computer Integration Manufacturing وفي المنظمة الافتراضية Virtual Organizationالمدعومة بالذكاء الاصطناعي و تقنية النانو، وقد انتقل التركيز من الإنتاج الواسع (الذي اعتمد على انخفاض السعر اكثر من التأكيد على الجودة) إلى الايصاء والإنتاج بجودة عالية وسعر منخفض.

و يمكن القول أن العالم شهد منذ الثورة الصناعية تحولا هائلاً في نظم التصنيع والإنتاج التي أدت إلى تحول المجتمعات ونموها وتحسين الاقتصاد، إذ يشكل الإنتاج جانباً مهما من اقتصاد الدول لاسيما بعد التحولات الجذرية التي شهدها العالم نتيجة الثورات الصناعية والتي مرت بأربعة مراحل أساسية وهي:

1- الثورة الصناعية الأولى سنة (1760) في بريطانيا ومن ثم انتشرت في أنحاء أوربا، فكانت نظم الإنتاج ميكانيكية مدعومة بالماء والبخار.

2- الثورة الصناعية الثانية سنة (1900) عن طريق الإنتاج الواسع وعلى أساس تقسيم العمل المدعوم بالطاقة الكهربائية.

3- الثورة الصناعية الثالثة سنة (1970) عن طريق إدخال الالكترونيات وتكنولوجيا المعلومات Information Technolog (IT) وأتمتة الإنتاج.

4- الثورة الصناعية الرابعة والتي يطلق عليها في الولايات المتحدة " الانترنيت الصناعي" وفي ألمانيا ثورة (4.0)، وفي الصين "صنع في الصين 2025"، وسيشهد التصنيع تحولاً واسعاً إلى التصميم الحديث وأنظمة إدارة دورة الحياة – الثورة المعيارية، وإدخال التصميم المؤتمت في خواص ووظائف المواد، وبحلول عام 2020-2035 سيتم تطوير الجيل القادم من البيانات الذكية.

وباختلاف تسمياتها فهي ثورة تقوم على دمج تكنولوجيا المعلومات الحديثة وقطاعات التصنيع التقليدية وصناعة خدمات المنتجين، فيما يسمى بـ "الإنترنت + الصناعة"، أي الانترنت الذكي، وهو نظام أعمال جديد يربط بين قدرة التخزين والتحليل الذكي للبيانات الكبيرة، ويسهم في رفع جودة وفعالية الاقتصاد . كما أنه يوفر أنماطا جديدة للأعمال والتجارة، الأمر الذي يسهم في خلق بيئة خارجية للإبداع وفرصا لإقامة المشروعات، تربط الثورة الصناعية الرابعة الآلات والمنتجات مع بعضها، بحيث تتواصل مع بعضها البعض وتدمج الخدمات الخاصة بالأفراد في عملية خلق القيمة، حيث تدمج الثورة الصناعية الرابعة أفضل ما يمكن من عالمين، عالم الروبوت بما له من قدرة ودقة أكبر، والإنسان بما له من طاقة إبداعية متفوقة، وتتمثل أهم ملامح هذه الثورة الصناعية الجديدة، التي ظهرت صورة عنها في «معرض هانوفر- 2015» الدولي، تحت مسميات من نوع «الصناعات الرقمية الذكية المتكاملة»، و «المُكونات الرقمية للمواد والخامات المستخدمة في الصناعة»، و «المصنع الرقمي الذكي»، و «الإدارة الذاتية الرقمية،وفي الولايات المتحدة الأمريكية تعرف بقيادة ائتلاف التصنيع الذكي (SMLCSmart Manufacturing Leadership Coalition)، وتصف المسميات السابقة صناعة آخذة في التطور، لا يتدخل فيها العنصر البشري إلا بصورة طفيفة، بمعنى أن يكون الإنسان محاكياً للآلة ومراقباً ومدققاً لصنع السلع، ولا يكون منتجاً لها، و تميزت بتحول التصنيع من مجموعة عمليات ميكانيكية شديدة الاستخدام للأيدي العاملة إلى مجموعة متطورة من العمليات شديدة الاستخدام للمعلومات والتكنولوجيا، وتسارع هذا التقدم في التصنيع نتيجة التغيير في عدة توجهات عالمياً، وقد شخص الخبراء في المجال الأكاديمي والحكومي والصناعي هذه التوجهات بما يلي :

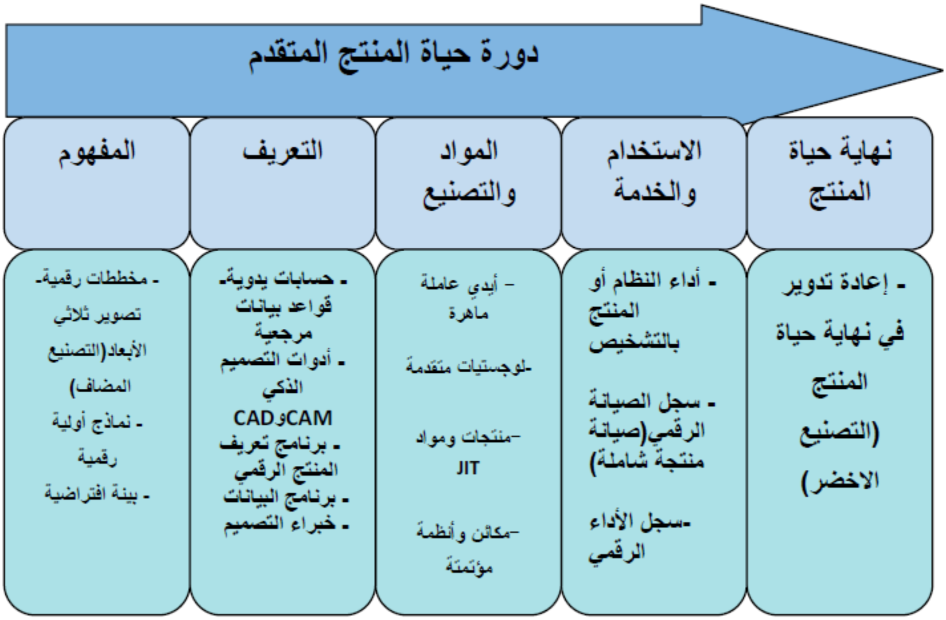
1- **الدور الواضح لتكنولوجيا المعلومات:** تعد زيادة تكنولوجيا المعلومات(Information Technology) التوجه الرئيسي الأول في التصنيع المتقدم إذ إن استخدام تكنولوجيا المعلومات يؤدي إلى سرعة الإنتاجية الكلية في المنظمة الصناعية بزيادة سرعة الاتصالات والكفاءة واستدامة الجودة من خلال عمليات سيطرة أفضل. ان الاستخدام الكبير لتكنولوجيا المعلومات في التصنيع يربط مرحلة تصنيع العناصر الفردية

بنظام التصنيع والتجميع الكبير في تصنيع المنتجات، وان استخدام التصنيع بمساعدة الحاسوب تحسن الاتصالات وفي تصميم سلسلة التجهيز الذكية لإرسال المنتجات الصحيحة إلى المجهز المناسب. حيث تؤدي سهولة الاتصالات إلى زيادة حجم البيانات والتي يجب إدارتها بشكل صحيح ونمو مجالات مثل التنقيب عن البيانات، وعلم المعلومات هي دليل على زيادة الاهتمام بالإدارة المناسبة لحجوم البيانات الكبيرة، فضلاً عن أنه لا تكمن قدرة الأتمتة وعلم الروبوت المتقدم في تحويل الصناعات التصنيعية في أوطأ مستويات سلسلة التجهيز فحسب، ولكنها تتحرك باتجاه ادوار صنع القرارات المعقدة في المنظمة الصناعية.

2- **الاعتماد على النمذجة والمحاكاة في عمليات التصنيع:** التوجه الرئيسي الثاني هو استخدام النمذجة والمحاكاة عبر دورة حياة المنتج، إذ تغيرت طرق تصميم المنتجات في السنوات الأخيرة الماضية وبدات اعتمادا على الطرق المستندة إلى المحاكاة للتصميم والتحليل الهندسي، وتشمل تطوير منتجات وعمليات ومعامل وسلاسل تجهيز تستخدم النمذجة والمحاكاة للانتقال بسرعة من مرحلة التصميم إلى مرحلة الإنتاج، إذ تسمح للمصمم بضمان كفاءة التصنيع مع تقليل المخاطر من البداية بتقليل الحاجة إلى الاختبار المكلف وصنع النماذج الأولية وفحصها في المراحل الأولى من تطوير المنتج تستخدم أدوات نمذجة العمليات لتقليل الوقت اللازم لوصول المنتجات الجديدة إلى السوق من خلال وضع انسيابية بين أقسام التصميم و التصنيع في المنظمة الصناعية فضلاً عن أن المحاكاة تقلل المخاطر بإدراج اعتبارات تصنيعية في المراحل الأولى للتصاميم المفاهيمية والأولية، كما هي الحال في تحليل العناصر المحدودة للمواد الصلبة وديناميكيات الموائع المحوسبه لنمذجة حركة الموائع والسوائل في المكونات المصممة .

3- **تسارع الإبداع في إدارة سلسلة التجهيز:** في العقدين السابقين أدت بعض العوامل إلى زيادة التعقيد في سلاسل التجهيز، ومنها زيادة الطلب على سلع عالية التكنولوجيا، والعولمة، وانخفاض كلف الإمدادات والاتصالات، ونمو التجارة الالكترونية، وبذلك أصبحت إدارة سلاسل التجهيز هذه مدعومة بتقدم تكنولوجيا المعلومات، ومع تحول سلاسل التجهيز إلى العولمة وزيادة تعقيدها أسهمت في تقليل زمن

تلبية طلب الزبون فالمدة الطويلة التي كان يستغرقها المنتج عبر مـروره بسلـسلة التجهيـز سـابقاً، تـم اختزالها مع التقنيات المتقدمة من خلال تحسين التنظيم وهيكلـة سلـسلة التجهيـز وكفائتـه والإبـداع فيه، لاسيما وان التصنيع اخذ بالتحرك باتجاه إنتـاج مـوزع لا مركـزي فأصبـح الإبـداع في إدارة سلـسلة التجهيز أكثر أهمية، ويوضح الشكل (1) بعض التوجهات الحديثة في دورة حياة المنتج.



الشكل (1)

بعض التوجهات في نظام التصنيع ودورة حياة المنتج

4- **قبول ودعم التصنيع المستدام:** يشير التصنيع المستدام إلى إنتـاج الـسلع واسـتخدام عمليـات ومواد مصممة لتقليل الأثر البيئي للمنتجات، اذ تهدف الاسـتدامة إلى تقليـل اسـتخدام الطاقـة ونفايـات المواد ومراقبة وتقليل المطروحات وتخفيف الأثر البيئي، إذ تمضي الاستدامة إلى ابعـد مـن عمليـة الإنتـاج البسيطة وتمتد إلى الزمن المتوقع لاستخدام المنتج، وأجزاء النظام المعقدة والطاقة المطلوبـة لـصنع المنـتج. إذ يتحقق التصنيع المستدام بالكامل عند تطبيق مبادئ الاستدامة في جميع خطوات عملية التـصميم مـن

اختيار المواد إلى تقليل جدول الهدر وإدارته وتوسيع الاستدامة إلى كامل دورة الإنتاج والمنتج وهذا يتطلب عمليات إبداعية وتصميم منتجات تحتاج إلى تفكير وتمعن هذا التقدم قد يختلف اختلافاً كبيراً من منتج إلى اخر، ولكن تحسين الاستدامة يعتمد على خبرة من عدة ميادين منها إدارة العمليات والهندسة الميكانيكية وعلم المواد، وبسبب بيئة الإنتاج المعقدة تتطلب الاستدامة تطوير أدوات تحليل دورة حياة منتجات متقدمة لكي يمكن لمدير البيئة أن يتتبع اثر المنتج في نظام الإنتاج الموزع وهذا يتطلب أيضا بيانات حول العمليات وتأثيراتها وهي مجموعة خارج قدرة الكثير من منظمات التصنيع التقليدية.

ويمكن القول بأن التصنيع المتقدم يشمل على واحدة أو أكثر من العناصر والموضحة في الشكل (2) وهذه العناصر هي:

1- **المنتجات المتقدمة Advanced Product:** وتشير إلى منتجات متطورة تكنولوجيا ومواد جديدة ومنتجات لها تصاميم متطورة ومنتجات إبداعية أخرى.

2- **عمليات وتكنولوجيا متقدمةAdvanced Process and Technology:** و تشمل العمليات المتقدمة طرق جديدة في كيفية الإنتاج مع التركيز على عمليات صنع وتكنولوجيا متقدمة.

3- **مفاهيم التصنيع الذكي والمنظمات الذكيةSmart Manufacturing and Organization:** في السنوات الأخيرة عُد التصنيع نظاماً يمتد إلى ابعد من ارض المعمل وظهرت نماذج تصنيعية باعتبارها أنظمة حيوية ومصطلح (الذكي Smart) يعني منظمة تصنع البيانات والمعلومات وتستخدمها في دورة حياة المنتج بهدف صنع عمليات تصنيع مرنة تستجيب بسرعة إلى التغيير في الطلب وكلفة اقل للمنظمة وبدون الأضرار في البيئة، وهذا المفهوم يتطلب إعادة وجهة النظر في مفهوم دورة حياة المنتج عند تصميم المنتجات لغرض الإنتاج الكفوء وإمكانية إعادة التدوير.



الشكل(2)

عناصر التصنيع المتقدم

يعد الخبراء التصنيع المتقدم بأنه طريقة تعديل وتصنيع المواد القديمة أو معالجة المواد الجديدة بتطبيقات جديدة، كما يشمل على صنع المواد المتحولة Meta Material وهي مواد اصطناعية مهندسة تعطي خواصاً لم تكن متوافرة في الطبيعة أي أن هذه المواد تكسب خواصها من الهيكل وليس من التركيب، وبذلك فان الاستخدام الإبداعي للمواد الجديدة والحالية تصنع فرصاً للمنظمات الصناعية لتطوير أسواق متخصصة وزيادة الطلب على منتجاتها وزيادة تنافسيتها بتقليل الكلفة.

ومـن وجهـة النظـر الإسـتراتيجية يتـضمن التـصنيع المتقـدم مجموعـة اسـتراتيجيات تـصنيع وقدرات متكاملة تقلل إلى حد كبير كلفة وزمـن إنتـاج أنظمـة معقـدة في مـنظمات التـصنيع العالميـة اليوم، وتتضمن إدخـال اسـتراتيجيات تكنولوجيـا جديـدة أو عمليـات وطـرق إداريـة لتحـسين تـصنيع المنتجات، وتشمل هذه الاستراتيجيات على الآتي:

1- البنيـة التحتيـة للمعلومـات الـصناعية التـي يمكـن ان تمـرر جميـع البيانـات والمعلومـات المترابطة بين تصميم وتصنيع وفحص واستدامة العمليات بسرعة بدون تشوه أو خطأ أو حذف.

2- أدوات وممارسات هندسية متقدمة تلغي الحاجة إلى التصاميم المتعددة والنماذج الأوليـة وتكرارات الفحص المطلوبة لتأهيل المنتج أو العملية.

3- تجهيز تكنولوجيا تكامـل شـبكات وممارسـات إداريـة تـوفر الـترابط وتعـزز التعـاون بـين المنظمات المنفصلة البعيدة جغرافيا في سلسلة التجهيز وتقلص باستمرار زمن الانتظار.

ويتميز التصنيع المتقدم عن نظيره التقليـدي (التـصنيع التقليـدي) الـذي يعتمـد عـلى حجـم وأيـدي عاملـة واطئـة الكلفـة، في كـون التـصنيع المتقـدم يتمثـل في مـوظفين قـادرين عـلى اسـتخدام الحاسوب وقوى عاملة عالية المهارة والأجور، ومنتجات إبداعيـة فيهـا المهـارات والابتكاريـة وغالبـا مـا تتصف بالخصوصية والتعقيد، فـضلاً عـن أن الـصناعة ليـست موجـودة في مجموعـة مـنظمات فرديـة منعزلة بل في شبكة غنية بالمهارات مـن المهندسـين ومطـوري الأعـمال والريـاديين والعلـماء والممـولين وعاملي المكائن ومتخصصين آخرين من ذوي الخبرة يتعاونون ويلتفون بقدرتهم ألابتكارية حول حلول الزبون الإبداعية وحل المشاكل بدقـة ورفـع المـوارد والأفكـار بـسرعة بـين الأعـضاء وتفاعـل الـشبكات ويطلق عليها ب عنقدة القدرات المتقدمة (Cluster of Advanced Capabilities) أي انه يمكـن تلخـيص الاختلاف بين التصنيع المتقدم والتصنيع التقليدي بثلاثة مجالات وهي :

1- اقتصاديات الحجم.

2- الأيدي العاملة والمهارة.

3- عمق وتنوع الشبكة التي تحيط بالصناعة.

ان AMT مصطلح واسع يصف مختلف التكنولوجيا التـي تـستفيد مـن الحواسـيب للـسيطرة على نـشاطات التـصنيع وتتبعهـا ومراقبتهـا عـلى نحـو مبـاشر أو غـير مبـاشر، منهـا الـسيطرة الرقميـة الحاسـوبية (Control Numaric Computer CNC) و التـصميم بواسـطة الحاسـوب Computer Aided Design (CAD) وتبـادل البيانـات الالكترونيـة(Electronicall Interchange of Data (EID وتخطـيط العمليـات بمـساعدة الحاسـوب (Computer Aided Planning CAP) وأنظمـة التـصنيع المـرن Flexible Manufacturing Systems (FMS) وجميعها تشمل استخدام الحاسوب للسيطرة عـلى الأدوات والمكائن وخـزن المعلومـات حـول الإنتـاج والـسيطرة عـلى العمليـات الإنتاجيـة. فهـو أسـلوب جديـد لمنظمات التـصنيع لكـسب الميـزة التنافـسية وهـو جـزء متكامـل مـن عمليـة الإنتـاج، وان التطـور في اسـتخدام AMT في مـستويات المنظمـة المختلفـة يـؤدي إلى منـافع كبـيرة تحـسن الموقـع التنافـسي في المنظمة المستخدمة له، إذ لا تقتصر أثاره في التـصنيع فقـط بـل تمتـد إلى عمليـات الأعـمال ككـل، وفي الوقت نفسه تمثل تحديات لقـدرة المنظمـة عـلى ممارسـة الإدارة الفعالـة في كافـة جوانبهـا ،ويلخـص الجدول(1) أهم التحولات التي تزامنت مع تكنولوجيا التصنيع المتقدم.

الجدول (1)

أهم التحولات المتزامنة مع التصنيع المتقدم

	من	إلى	النتائج
.1	الاستثمار في التجهيزات	الاستثمار في المعرفة	الاستثمار وإدارة التجهيزات والمعرفة هي ذات أهمية متساوية
.2	التفاعلي	الاستباقي	التحسين الاقتصادي من خلال الترقب وتفهم احتمالات المخاطرة وتقليل اثر تلك المخاطرات
.3	الاستجابة	الوقائية	الاستشعار عن بعد والنمذجة والتحليل للتنبؤ بالمشاكل والتخفيف من آثارها.
.4	الالتزام	الأداء	نشر ثقافة أداء العيوب الصفرية
.5	التكتيكي	الاستراتيجي	المتطلبات تصبح فرصاً وتحسين الأداء العملياتي الإجمالي للإنتاج
.6	محلي	عالمي	ان تصبح كافة القرارات العملياتية في سياق بيئة المنافسة عالمياً
.7	نماذج العملية لمرة واحدة	تكامل النماذج لكافة العمليات	التنسيق في عمل النماذج ومرونتها
.8	الذكاء المتشتت	الذكاء الموزع	البيانات، المعلومات، المعرفة، النمذجة، النظم الخبيرة في صناعة القرارات
.9	الأنظمة الاحتكارية	أنظمة التشغيل البيني	التواصل من خلال بروتوكولات موحدة للمعلومات
.10	عدم التنبؤ الصناعي	التنبؤ الصناعي	التشغيل العملياتي المعروفة النتائج والآثار المترتبة عليها

ثانياً /ماهية التصنيع المتقدم

1- مفهوم التصنيع المتقدم:

إن مفهوم (التكنولوجيا) يمكن أن يربط الكثير من المعاني من وصف أو طبيعة التطبيق، ففي القاموس الدولي لـ كمبريدج باللغة الإنكليزية نجد كلمة التكنولوجيا تعني دراسة المعرفة والتطبيق أو الاستخدام العملي للاكتشاف العلمي، ويمكن من هذا التعريف أن نلحظ بان هذا المفهوم واسع وعمومي، وهناك من يختصرها بأنها المعدات و الأجهزة، ولكن بشكل عام يمكن حصر التكنولوجيا بثلاثة أبعاد، وهي الأجهزة التي تشير إلى المعدات نفسها، والتقنية التي تشير إلى المهارات والمعرفة الضرورية لاستخدام المعدات، والتنظيم الذي يشير إلى النظام وهيكل السيطرة والتنسيق، ان عدم الاتفاق حول مفهوم موحد ينطبق بدوره على مصطلح التقدم فهو سمة المجتمعات المعاصرة وهو عنصر من ثقافتها، لاسيما في ظل بيئة ديناميكية سريعة التغيير مما جعل من مفهوم التقدم كمصطلح نسبي فما كان متقدما بالأمس لم يعد كذلك اليوم فلا يوجد اتفاق حول ما يعنيه (التقدم)، ويتضح مما سبق انه ليس هناك تفسير واضح لما يعنيه (الحديث) أو (المتقدم) أو (التكنولوجيا) ولا عمليات التصنيع ولا منظمة التصنيع. وعليه سنتعامل مع هذه المصطلحات تحت مظلة تكنولوجيا التصنيع المتقدم (AMT)(Advanced Manufacturing Technology) وسنتعرف على ما هو المتقدم ضمن سياق AMT، فقد عُرف بأنه تكنولوجيا مستندة إلى الحاسوب منها CADوعلم الروبوت ونظم التصنيع المرنة FMS ونظم التعامل مع المواد المؤتمتة AHS والمكائنCNC المسيطر عليها حسابيا أو تقنيات تشخيص مؤتمتة، وفي نفس السياق عرف بأنه تقنيات تصنيع ومكائن جديدة تجتمع مع تكنولوجيا المعلومات والالكترونيات ألمجهرية وممارسات منظمية جديدة في عملية التصنيع.

اما من وجهة نظر النظم فقد عرف التصنيع المتقدم بانه نظام يتكون من مستويين؛ المستوى الأول هو التكنولوجيا الأساسية والتي تعتمد على التصميم أو التصنيع بمساعدة الحاسوب والسيطرة ألحسابية المباشرة، والمستوى الثاني هو الذكاء الاصطناعي أو تكنولوجيا معقدة تتكون من أنظمة الرؤية وأنظمة مستندة إلى المعرفة وأنظمة دعم القرار، وفي ذات الصد عرف بأنه نظام إنتاج مؤتمت من أفراد ومكائن وأدوات لتخطيط عملية الإنتاج والسيطرة عليها، وتشمل شراء المواد الخام والأجزاء وقطع الغيار وشحن المنتجات مع ضمان صيانتها، وهو كيان يستفيد من الاستخدام الواسع للحواسيب والدقة العالية وتكنولوجيا المعلومات المتكاملة مع قوى عاملة عالية الأداء في نظام إنتاج قادر على إنتاج مزيج متنوع من المنتجات بحجوم صغيرة أو كبيرة، مع كفاءة وإنتاج واسع ومرونة التصنيع حسب الايصاء لغرض الاستجابة السريعة إلى متطلبات الزبون.

بالاستناد إلى ما سبق يمكن فهم وتقييم وتحليل التصنيع المتقدم عن طريق وضع تصنيف له، اذ تسهم عملية التصنيف في اختزال الأدلة التجريبية الكثيرة والمعقدة إلى أصناف قليلة تتشارك في خصائص مشتركة سهلة التذكر وتعطينا وصفاً قابلاً للفصل والتي تجعل من العملي مناقشتها وبحثها ودراستها، ويمكن تصنيفها إلى صنفين:

- عمليات التصنيع الكلاسيكية التي تمتد من التصنيع حسب الطلب إلى التصنيع المستمر ومستوى تكامل نظام التصنيع الكلي.
- تقنيات تصنيع متقدمة والتي توفر للمنظمة فرصة المواجهة بنجاح لديناميكيات السوق وصنع ميزة تنافسية مستدامة.

وما يمكن ملاحظته من المفاهيم السابقة الذكر أنها متقاربة من حيث تحديد التكنولوجيا المستخدمة، إذ تشمل على أجزاء صلبة حاسوبية وبرامجيات حاسوب ومصانع ومعدات، ويمكن صياغة التعريف الإجرائي الذي مفاده بان التصنيع المتقدم يتمثل في عمليات التصنيع التي تدمج تكنولوجيا الانترنت والاتصالات وتكنولوجيا الأتمتة وتكنولوجيا التصنيع على مدى واسع ضمن أنظمة مستندة إلى الحاسوب تعطي للمنظمات المستخدمة إمكانية تحسين عمليات التصنيع و أداء العمليات، والذي يؤدي بدوره إلى تعزيز قدرة المنظمة على تحقيق منافع التسويق والمنافع الإستراتيجية ومنافع

الأعمال التي استخدمت لها هذه الأنظمة من خلال مزيج من تحسين الجودة وتقليل الكلفة، و إدخال تكنولوجيا جديدة أو عمليات محسنة وطرق إدارية لتحسين تصنيع المنتجات، ويمكن إبراز أهم ما يتميز به التصنيع المتقدم بما يأتي:

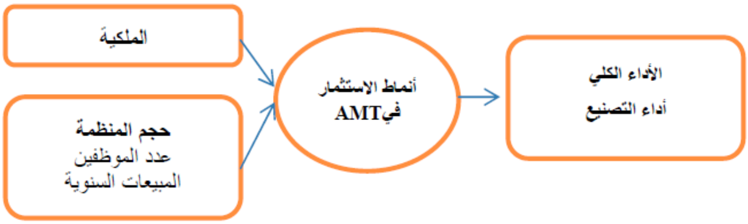
1. الإبداع وصياغة حلول مشتركة، وإيجاد قيمة معنوية بتحويل المواد الخام إلى حلول منتجات عالية التخصص ذات أحجام تكون عادة متوسطة إلى صغيرة وعلى درجة من التعقيد.
2. التنافس بمعايير عالية من الامتياز ألعملياتي في التصميم والإنتاج والتسليم والإدارة في دورة حياة المنتج.
3. يتطلب التصنيع المتقدم قوى عاملة عالية المهارة.
4. يتكون من شبكة عناقيد من المهارات المتمثلة في باحثين وعاملي مكننة دقيقين ومهندسين وممولين ومطوري أعمال ورياديين وعدد من المتخصصين ذوي الخبرة في الإبداع، الذين يحيطون بالتصنيع المتقدم لصياغة حلول ترضي الزبون والاستباقية إلى السوق.
5. يعد التصنيع المتقدم نظاماً حيوياً يرفض الفكرة الخطية لمسارات البحث والتطوير وسلاسل التجهيز كطريقة لتنفيذ العمل، بل يعتمد على قوة الإبداع وحل المشاكل ضمن شبكة مترابطة تجمع أحجاماً كبيرة من التعلم المعزز عبر تقسيماتها.

2- أهمية التصنيع المتقدم

تتبنى العديد من المنظمات التصنيع المتقدم لتواجه الظواهر الحديثة اليوم في البيئة التنافسية مثل تجزئة الأسواق الواسعة، وقصر دورة حياة المنتج، وزيادة الطلب على الايصاء، فهو يعد سلاحاً لتحسين التنافسية تحت هذه الظروف التي تتصف بالتحدي وفي قيادة الكلفة والعمليات، فهو يمنح للمنظمات المستخدمة له إمكانية تحسين عملياتها، فهو بذلك يعد مصدراً للميزة التنافسية المستدامة.

أن الاستثمار في التصنيع المتقدم يعد معياراً لممارسات التصنيع ذات المستوى العالي عالمياً، وخاصة في تعزيز الجوانب الهيكلية من أعمال المنظمة الصناعية، إذ إن تزايد التنافسية في بيئة الأعمال تدفع المنظمات الى الاستمرار في استثمارها في أحدث المعدات

لا سيما وان القدرات التنافسية في منظمات الأعمال تعتمد على الجوانب الهيكلية (تكنولوجيا أو عمليات) وجوانب البنى تحتية (إدارة الموارد البشرية) وكما في الشكل (3).



الشكل (3)

اثر الاستثمار في التصنيع المتقدم في الأداء الكلي للمنظمة

و للتصنيع المتقدم منافع مادية ومعنوية تشكل منافع إستراتيجية يصعب تبريرها من خلال طرق المحاسبة التقليدية، فهي تزيد من المرونة والتنافسية ويمكن تحقيقها من خلال التخطيط المناسب لـ AMT وهي منافع طويلة الأمد وتوفر مستويات عالية من المخرجات بإزالة المدخلات البشرية غير المتسقة وتحسين مرونة التسريع وزمن الوصول إلى السوق، ويعد التصنيع المتقدم من الخيارات المهمة للمنظمات الصناعية الصغيرة والمتوسطة التي ينقصها الهيكل العضوي أي أن التصنيع المتقدم يسهم في التغلب على البيئة المضطربة ألعدائية الديناميكية وعندما تكون المرونة هي العنصر الأساسي في إستراتيجية التصنيع، ويمكن دراسة المنافع التي يحققها التصنيع المتقدم من خلال ثلاثة مناهج رئيسة وهي الاقتصادية والتحليلية والإستراتيجية، فالطرق الاقتصادية للتبرير تعتمد على تقليل الكلفة أو توسيع الطاقة أما الطرق التحليلية فهي تتعامل مع عدم التأكد والمرونة والمخاطر ومنافع غير اقتصادية، والطرق الإستراتيجية تأخذ بنظر الاعتبار الجوانب الكمية اقل بالمقارنة مع الطرق الاقتصادية أو التحليلية وتشمل تقييمات ذاتية لمؤشرات رئيسية أو مقاييس بديلة ترتبط بالأهداف الإستراتيجية مثل المقاييس العملياتية

كالإنتاجية والمرونة، فضلا عن معايير أداء أخرى في المنظمة مثل تدفق العمل والاتصالات وتكامل العمل والسيطرة الإدارية .

أظهرت العديد من الدراسات ان المنافع المحتملة من استخدام التصنيع المتقدم تتمثل في كسب الميزة التنافسية وتحسين القدرة التكنولوجية وتصنيع مدى واسع من المنتجات بحجوم منخفضة بدون زيادة في الكلف فضلا عن زيادة الإنتاجية وكذلك تقليل كلفة الأيدي العاملة المباشرة، وكلفة إعادة العمل وخزين العمل الجاري وإقامة روابط قريبة وأكثر استجابة إلى السوق وبثبات الكلف، لذلك فإن أي تطوير في إستراتيجية واستخدام تكنولوجيا التصنيع المتقدم محليا ستكون عاملا مساندا بقوة في تطوير قدرات الصناعة الوطنية على المنافسة العالمية ورفع مقدار مشاركتها في الاقتصاد الوطني.

ومن منظور الاستدامة، فإن التصنيع المتقدم لديه القدرة على تحقيق تحسينات في البنى التحتية للصناعة، ومن خلال استخدام المنظمة الصناعية لتكنولوجيا المعلومات وربط إنتاجها مع الموردين من خلال تكنولوجيا الشبكات، فإنها سوف تتمكن من التكيف بشكل أسرع مع التغيرات البيئية، والحد من الهدر والتلف والإفراط في الإنتاج، واستخدام مصادر الطاقة المتجددة بشكل كفوء يمكن تخفيضها من خلال استخدامها لنظم إدارة الإنتاج والطاقة الذكية.

ثالثاً / متطلبات التصنيع المتقدم

إن النجاحات التي حققتها بعض المنظمات في بيئات تنافسية عالية، والتي نلحظ أن أهم عوامل نجاحها تأتي من داخل المنظمة نفسها اي من مواردها، فالمحدد لربحية المنظمة هو ليس هيكل الصناعة وإنما يتعلق بقدرتها على حسن استغلال وتفعيل مواردها الداخلية، ووفقاً لمفهوم التصنيع المتقدم الذي وضعه كلاً من (Leonard & Hafer، 2011) بأنه إدخال تكنولوجيا جديدة أو عمليات وطرق إدارية لتحسين تصنيع المنتجات، صنفت متطلبات التصنيع المتقدم إلى متطلبات إدارية وفنية و كما موضحة في أدناه:

المحور الأول - المتطلبات الإدارية وتشمل على:

1- **القدرة على التغييرChangability:**

تعد القدرة على التغيير إحدى حقول دراسة هندسة النظم وأصبحت كلمة مهمة في إدارة العمليات، لاسيما في الأدب الألماني، ولذلك، فهي مفهوم على مستوى المنظمة يتضمن تصميم المنتجات وتصميم أنظمة التصنيع وتهدف إلى المرونة في عمليات التصنيع، فهي تعني قدرة نظام التشغيل على تغيير التكوين بشكل مستقل لتلبية مطالب جديدة غير معروفة سابقا، ومن ثم فإن قدرة التغيير هي القدرة على تحقيق حالات جديدة من الداخل والخارج، فضلا عن إعادة تشكيل النظام في أسرع وقت ممكن مع التغيرات البيئية وتتمثل إمكانية تغيير المخرجات في إمكانية المرونة لعناصر محددة من النظام، ومن الأمثلة على ذلك خلايا الإنتاج القادرة على إنتاج كمية معينة من المخرجات ، والقدرة على التغيير هي القدرة على التعامل مع التعديلات في البيئة الاجتماعية والتكنولوجية والتنافسية بطريقة استباقية، ومن أكثر المفاهيم دلالة على قدرة التغيير هي المرونة المنظمية والتي تعكس قيمة توجهات مختلفة من خلال بعد أساسي والذي يركز على الوسيلة والغاية بشكل مختلف، و هو بعد المرونة – السيطرة ويعكس تفضيلات هيكل المنظمة، ونظام القيمة الموجهة للمرونة يركز على اللامركزية والتمايز بينما نظام القيمة الموجه للسيطرة، يركز على المركزية والتكامل.

ان مفهوم القدرة على التغيير هو مصطلح واسع يضم النماذج الحالية لتغيير طاقة الإنتاج والتحرك تجاه إمكانية التغيير السريع في التصنيع استجابة إلى حاجة الزبون والمعوقات الخارجية، وتشمل المفاهيم الآتية:

– **قدرة التحول:** تعني القدرة العملياتية لماكنة واحدة أو محطة عمل لأداء عمليات خاصة على أي قطعة في أي لحظة وبأقل جهد وتأخير.

– **إعادة الترتيب:** ويصف القدرة العملياتية لنظام التصنيع أو التجميع للتحول بأقل جهد ووقت إلى مجموعة أخرى من الأعمال من خلال إضافة أو إزالة عناصر وظيفية.

– **المرونة:** وتشير إلى القدرة التكتيكية لخط الإنتاج أو المجال اللوجستي للتحول وبأقل وقت وجهد إلى صنع مكونات جديدة (ولكن مشابهة) بتغيير عمليات التصنيع وتدفق المواد والوظائف اللوجستية.

– **إمكانية التحول:** وتشير إلى القدرة التكتيكية لهيكل المصنع أن يتحول برمته إلى مجموعة منتجات أخرى وهذا يتطلب تدخلات هيكلية في نظام الإنتاج واللوجستيات وفي هيكل ومنشات الأبنية في الهيكل ألمنظمي وعملياتها وفي مجال الأفراد.

–**الخفة:** وتعني القدرة الإستراتيجية للمنظمة لفتح أسواق جديدة وتطوير منتجات وخدمات وبناء طاقة التصنيع الضرورية.

2- أدارة الصيانة الذكية Smart Maintenance Management:

تشمل الصيانة من الناحية الجوهرية تخطيط وتطبيق ومراقبة جميع العمليات التقنية والإدارية التي ترتبط بالتفتيش والخدمة والإصلاح وتعزيز عمل المكائن والأنظمة التصنيعية، وتعد جاهزية المكائن وموثوقيتها المفتاح لكفاءة الإنتاج الصناعية، فضلاً عن المنافع الاقتصادية التي تترتب على عمل الصيانة التي تحد من إيقاف الانقطاعات في العمل والكلف المرتبطة بها، إذ إن الكلف الناتجة عن التوقفات قد تكون(3-5) مرات أعلى من كلفة أداء الصيانة نفسها .

ظهر مقترح الصيانة الذكية في المرحلة التي تطورت فيها التكنولوجيا لتحافظ على الأنظمة التقنية من خلال دمج ذكاء الإنسان بالذكاء الصناعي، وبعبارة أخرى عندما تشترك تقنيات الذكاء في تكيف النظام فيمكن اعتبار النظام من الأنظمة التكيفية الذكية، والذكاء هنا يتحدد وفق المقاييس الآتية:

– إمكانية التكيف مع الظروف المتغيرة باستمرار.

– إمكانية الرجوع إلى خط إعادة تجميع دون الحاجة إلى إعادة التهيئة.

– التكيف مع الحالات غير المألوفة وغير المعروفة.

أن الصيانة الذكية هي دمج المفاهيم الرئيسية في الصناعة مثل، هندسة الصيانة، إدارة العمليات، نظم المعلومات، وتحليل البيانات، و تعزيز قدرات تكنولوجيا المعلومات

والاتصالات في مجال الصيانة الصناعية وتتضمن الاستفادة من الرصد في الوقت الحقيقي من الأداء والعمليات الموزعة عبر مركز عمليات المعلومات (العمليات عن بعد)،فتتمثل في منصة تكنولوجيا لصيانة الآلات الصناعية، وتشمل المنصة ثلاثة مكونات رئيسية هي:

أ- إدارة المحتوى:يحتوي هذا المكون على جميع الأدوات اللازمة لإنشاء محتوى مناسب استنادا إلى النماذج ثلاثية الأبعاد وأصول المنظمة ذات الصلة، ويتضمن في هذا المستوى الربط المباشر ببرنامج (CAD)، كما يتضمن واجهة على شبكة الإنترنت من خلالها يمكن للمستخدمين تنظيم أنشطة الصيانة والمهام وإضافة محتوى ليتم عرضه على تطبيقات الهاتف المتحرك.

ب- واجهة التطبيق: تتكون واجهة التطبيق من جزأين رئيسيين:

–إدارة الويب: يسمح للمستخدمين بإنشاء دورات وسيناريوهات صيانة مختلفة، وإضافة مستخدمين وأدوار وإنشاء وتحديد مواقع المستخدمين، والمعلومات المتوافرة في عمليات التشغيل وتعيين المهام للمستخدمين وإضافة بيانات ومحتوى الوسائط المتعددة، إذ يتم تحديث كافة المعلومات من خلال واجهة على شبكة الإنترنت وتخزينها على ملقم في إنترانت المنظمة أو في ملقم سحابة.

– محمول الزبون: يسمح للمشغل الوصول إلى مهام الصيانة المخصصة وكذلك لجميع المحتويات والإجراءات المعروضة مع استخدام الواقع المعززAugmented Reality، والمتمثل في إضافة وتركيب وتصوير ودمج بيانات رقمية للواقع الحقيقي لبيئة الإنسان المحيطة به، وهذه التقنية يمكن أن تزود بها الحاسبات الشخصية والهواتف المحمولة، والتي يتمكن من خلالها المستخدم بعرض جميع المعلومات اللازمة متى وأين ما احتاجوا إليها.

ت- إدارة الخلفية: بناء قاعدة بيانات للمعلومات حول المكائن والآلات والمحتوى ذات الصلة بعمليات الصيانة لكل جهاز، وإنشاء مجاميع خاصة بمهام الصيانة، حيث تحتوي كل مجموعة على عدة خطوات لعملية الصيانة مع إنشاء ملفات تعريفية خاصة بالمستخدم تمكنه من الوصول إلى واحد أو أكثر من المهام المحددة مع ضمان توصيل

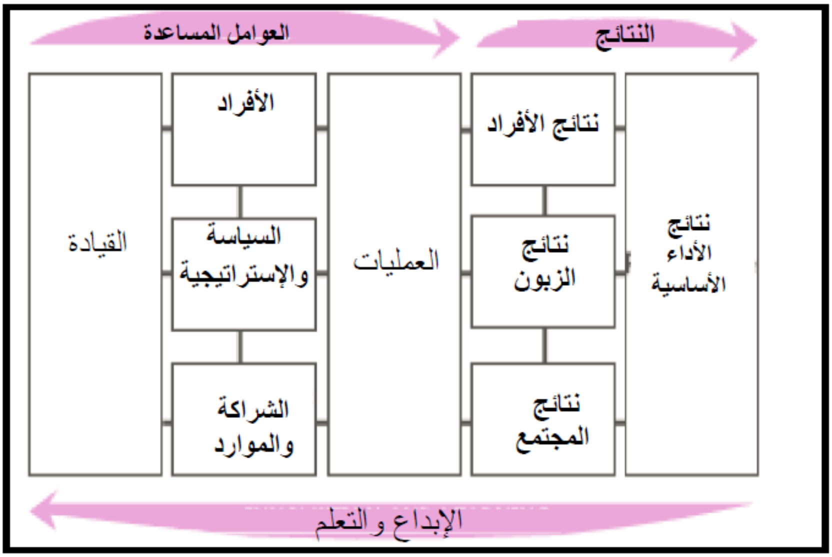
أجهزتهم النقالة (الهاتف المحمول، آي باد، قرص، أو أي جهاز ذكي آخر) لشبكة المنظمات، وتنظم وتحفظ وتنقل البيانات الخاصة بكل عملية في ملفات إلى الواجهة الخلفية للمنظمة.

3- إدارة الجودة المتقدمة Advanced Quality Management

الجودة مفهوم واسع يختلف اعتمادا على الأهداف المقاسة أو الأهداف المقصود قياسها، وبغض النظر عن أهدافها ومجالاتها فإدارة الجودة تعد جزءاً ضرورياً في منظمات التصنيع لاسيما في بيئة الإنتاج المتقدم المستند إلى التصنيع المتكامل بالحاسوب، وفي مصانع الوظائف المتعددة المتكاملة (Multi Functions Integrated Factory) (mfif)، و لتلبية المتطلبات العالية للزبائن في المستقبل يجب أن تكون منظمات التصنيع مرنة وفعالة بما يكفي، وملتزمة بتقديم منتج ذو معايير عالية تتجاوز توقعات الزبون اعتمادا على نظرية التحقق من التوقعات ECT وهي نظرية إدراكية تسعى إلى تفسير الرضا بعد الشراء أو بعد الاستخدام كدالة للتوقعات والأداء المدرك ومعتقدات عدم المطابقة ، وقد أدركت المنظمات بأن أنظمة الجودة التقليدية لوحدها لم تعد قادرة على مواجهة التطور في بيئة التصنيع المتقدمة، فقد ازدادت أهمية إدارة الجودة الشاملة TQM في السنوات الأخيرة على المستويات العملية والنظرية، وقد اقترح الباحثون بان إدارة الجودة الشاملة يعد نظاماً إدارياً يتكون من ثلاثة عناصر هي (القيم الجوهرية) و(التقنيات) و(الأدوات)، وتعتمد هذه المكونات الثلاثة على بعضها اعتماداً متبادلاً فالتقنيات والأدوات تدعم القيم الجوهرية ومعها تشكل الكل. وتتمثل القيم الجوهرية بالتركيز على الزبون، والقيادة، والتحسين المستمر، والتركيز على العمليات كما ان هناك الكثير من التقنيات والأدوات مثل،عمليات السيطرة الإحصائية SPC،والمقارنة المرجعية، وتحديد أنماط الفشل والتأثير، غير ان هناك قدر من الاتفاق بين الباحثين على ان المشكلة الرئيسية في أداء القيم الجوهرية المذكورة أعلاه هي نقص صياغة التقنيات المستخدمة وصياغة الترابط بين التقنيات والعنصرين الآخرين (الأدوات والقيم الجوهرية)، إذ إن التقنيات في اغلب الأوقات غير رسمية تعتمد غالبا على استخدام النصوص والأشكال البيانية بدون وضع نموذج ترابطاتها (أي أن روابطها غير رسمية) وينتهي بها الأمر بعدم إيجاد كفاءة في

التطبيق الأمثل، فالتحدي الأكبر أمام مفكري الجودة هو تطوير تقنيات أكثر تقدما تساعد في تحليل البيانات بسرعة و سهولة لتبسيط سير الأعمال داخل المنظمة وتحقيق التحسين المستمر للجودة، ولمواجهة هذه المسالة تم تطوير مدخل الجودة المتقدمة، وهو عبارة عن تكامل أدوات نماذج الجودة التقليدية والذي ينادي به معيار الايزو 2000: 9000، ونماذج مؤشرات الجودة التي تعتمد في صياغتها على استخدام لغة UML وهي لغة النمذجة الموحدة التي تؤدي إلى وضع نموذج لكل مفهوم للتقنية والأدوات من خلال طريقة او نموذج يبين العلاقات بينها ثم تحوسب هذه الطريقة من خلال نموذج عمليات المنظمة ، فضلا عن أتمتة وبرمجة نظم الجودة والمترولوجيا التي تعد مهمة للقدرة الإنتاجية ولها معنى جوهري لضبط تقنية القياس وفق تصاميم المهام المتغيرة، وإيجاد حلول للمعالجات التصنيعية بمساعدة خلايا القياس الذكية المرنة، والتي تهتم بدراسة إمكانية قيام أجهزة الحاسوب بدعم العمليات البشرية المادية والعقلية من حيث التفكير وصنع القرار وتخزين واسترجاع البيانات ، فنظام الجودة المتقدمة هو نظام يعتمد على أسلوب 6sigma و Taguchi في تحسين جودة المنتج، فضلا عن استخدام نظام جودة ذكية في مراقبة وضبط جودة عمليات التصميم.

وفي هذا الصدد قدمت المؤسسة الأوروبية لإدارة الجودة EFQM نموذج جودة متقدم في إطار امتياز الأعمال في أنظمة إدارة المنظمة وينطوي هذا النموذج على فكرة تقسيم الأعمال إلى عدة مجالات لتسهيل تقييم الأجزاء المختلفة في المنظمة والهدف هو تحقيق الامتياز في كل جزء منها وهذا يعطي المنظمات إمكانية التعرف على الضعف أو مستوى الامتياز لغرض إعداد جدولة زمن تحسين الأداء، وكما موضح في الشكل (4).



الشكل (4)

نموذج الجودة المتقدم في إطار تميز الجودة

وحسب نموذج الامتياز EFQM تحقق المنظمات المتميزة وتستديم مستويات بارزة من الأداء عندما تلبي أو تتجاوز توقعات جميع أصحاب المصالح، اعتمادا على معايير تغطي كل جانب من جوانب نشاطات المنظمة اي بالتركيز على بعد التوجه الداخلي – الخارجي ويعكس ما إذا كان نظام القيمة في المنظمة يركز على استدامة النظام الاجتماعي التقني للمنظمة أو تحسين الموقع التنافسي ضمن البيئة، و تم تقسيمها إلى العوامل المساعدة وهي ترتبط بكيفية إدارة المنظمة لنفسها وكادرها ومواردها ومعالمها واستراتيجياتها وكيفية مراقبة العمليات الأساسية وهي كما يأتي:

1- القيادة

أ- وضع الأهداف.

ب- كيفية توجيه الأهداف.

ت- تغيير الإدارة.

ث- الاتصالات والتفاعل مع المجتمع المحلي (المنظمة).

ج- تطوير هياكل القيادة.

2- الأفراد

أ- تخطيط الموارد.

ب- تطوير سر المعرفة.

ت- أفضل الممارسات.

ث- قيادة الأداء.

ج- تحفيز الكادر والمكافأة.

ح- إدراج الكادر في التطوير.

3- السياسات والإستراتيجية

أ- إدارة العمليات.

ب- تخطيط وتطبيق الخدمات والتغيرات الجديدة.

ت- التنبؤ بنقاط الاتصال.

ث- العمليات في حالات استثنائية.

ج- إدارة مشاريع التطوير.

4- الشراكة والموارد

أ- إدارة الشراكة.

ب- إدارة التكنولوجيا.

ت- ضمان امن المعلومات.

ث- حيز العمل.

5- عمليات الزبون

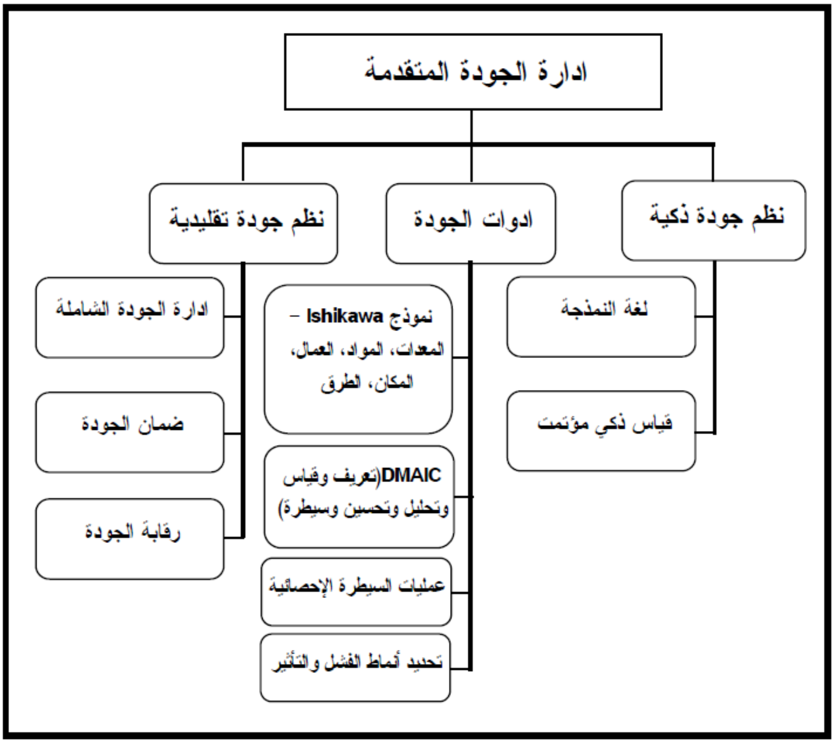
أ- تشخيص حاجة الزبون.

ب- تخطيط قنوات الخدمة.

ت- إدارة نقاط خدمة الزبون.

ث- استثمار التغذية العكسية.

وكما موضح في الشكل (5) ان إدارة الجودة المتقدمة هي دمج لأنظمة الجودة التقليدية وأدواتها مع أنظمة جودة ذكية مدعمة بالحاسوب تهتم بالتوثيق لعمليات الرقابة والسيطرة والفحص وخزن معلوماتها واسترجاعها لتزويدها للجهات ذات العلاقة، أي أنها تنطوي على التوجه من الرقابة التقليدية المقيدة بجهود بشرية محدودة إلى أنظمة رقابة مبرمجة تتميز بموثوقية نتائج الفحص، وتحديد مشاكل الجودة ومصادرها وابتكار الحلول لمعالجتها، والتحسين المستمر لعمليات التصنيع وتطويرها ووضع نظام معلومات خاص بالجودة مع صياغة معايير وحدود السماح لضمان جودة المنتج قبل وبعد عملية الإنتاج.



الشكل (5)

نموذج إدارة الجودة المتقدمة

المحور الثاني - المتطلبات الفنية وتشمل على:

1- التميز العملياتي Operational Excellence

من المعروف بشكل عام بان الأعمال وبغض النظر عن انتمائها لأي صناعة تعمل تحت ضغط متزايد لتحسين الإنتاجية سواء في الجودة أو تقليل الكلفة و الهدر و زمن الانتظار، وتحسين الاستفادة الكفوءة من الموجودات أو المرونة التي تعد من أشكال هذه الضغوط، ونتيجة لذلك أدركت الأعمال أنها في مواجهة هذا التحدي فعليها التميز ولو في بعد واحد من أبعاد إستراتيجية الأعمال، ومن هذا المنطلق الاستراتيجي تلجأ المنظمات اليوم إلى التميز ألعملياتي كأفضل خيار لتلبية أو تقليل ضغوط أصحاب المصالح من اجل تحسين نتائج الأداء بأقل الموارد، ونتيجة إلى ذلك فان السعي إلى التميز جعل الصناعات تنشر وحداتها الفريدة من وحدات قياس الأداء لتسعى إلى تحقيق التميز ألعملياتي.

إن التميز ألعملياتي له الكثير من المعاني والطرق واغلب الصناعات تعد التميز ألعملياتي مناخاً يحفز تحقيق الأداء الأمثل في جميع أوجه الأعمال بأسلوب مستمر، فهناك من يرى بان التميز ألعملياتي يتحقق من خلال الإبداع وتحسين عمليات العمل ووسائل إدارة المعرفة المنظمية من خلال قيادة المعرفة وثقافتها وتكنولوجيا المعرفة وعملياتها وقياسها، وهناك وجهة نظر أخرى ترى ان التميز ألعملياتي هو امتلاك قدرات الإدارة الإستراتيجية والتنفيذ المتميز للخطة بأسلوب سريع قليل الكلفة وتحسين مستمر على المدى الطويل وهي تمتد في جذورها الى طرق تحسين عمليات الأعمال المختلفة والتي وظفتها الصناعات سابقاً منها التصنيع الرشيق والتحسين المستمر وإدارة عمليات الأعمال والتميز في المعالجات Process Excellence والتعامل مع إزالة الهدر وتحسين المنظمة بشكل مستمر، فهو مصطلح يضع نمو الأعمال هدفاً له ويوفر طريقة تدريجية تمتد خطوة بعد خطوة في تحقيق هذا التميز في المنظمات من خلال سعيها في البحث عن طرق لتقليل كلف رأس المال، وإزالة خطوات الإنتاج الوسطية وتقليل كلف المعاملات لتحسين عمليات الأعمال تحسين امثل عبر حدود الأقسام والمنظمة، التميز ألعملياتي هو في نهاية المطاف إسعاد الزبون ووضع معايير أداء جديدة في الصناعة. من خلال التركيز على الطرق السريعة والأكثر كفاءة في إرضاء حاجات الزبون فان السعي إلى التميز ألعملياتي سوف يضع المنظمة في موقع المجهز المفضل في الصناعة وهذا التركيز يسمح بزيادة العائدات من خلال التركيز

على الزبون الحالي واجتذاب أعمال أخرى بعيدا عن المنافس، فالاستثمار لم يعد مقتصرا على الاستثمار في تحسين العمليات وإنما في كيفية التميز فيها، وكيفية قياس فاعلية هذه الاستثمارات، من خلال خلق قيمة الأعمال .

الجدول (2)

شجرة قيمة الاعمال: التميز العملياتي

قيمة الأعمال	العمليات المستدامة	زيادة سلامة الأفراد
		تقليل مخاطر العمليات
		تقليل مخاطر البيئة
	العمليات الموثوقة	زيادة موثوقية الموجودات
		تقليل زمن الإغلاق
		زيادة جودة المنتج
	العمليات الكفوءة	زيادة ناتج الإنتاج
		زيادة كفاءة الطاقة
		تقليل نفقات الأيدي العاملة
		تقليل كلفة المواد
	فاعلية رأس المال	تقليل رأس المال العامل
		تقليل كلفة دورة حياة الموجودات
		تحسين تنفيذ المشروع

2- أنظمة التصنيع الذكي والمتكامل(IIMS)Integrated Intelligent Manufacturing Systems

يمكن استخدام قدرات الحاسوب لربط المكائن ومحطات العمل سوية ليتشكل نظام متكامل للسيطرة على جميع نشاطات المنظمة التي تبدأ بالمواد الخام وتنتهي بالمنتج النهائي الجاهز للتسليم إلى الزبون، ان أساس الفكرة وراء التصنيع الذكي هو جمع المعلومات حول مقاييس واضحة من بيانات رقمية لتحقيق معالجة مؤتمتة في الوقت الحقيقي فضلا عن صنع القرار الذكي.

تُعرِف مجموعة العمل بين الوكالات حول التصنيع والبحث والتطوير في مجلس العلم والتكنولوجيا التصنيع الذكي والمتكامل على انه تطبيق التقدم في البرمجيات والسيطرة والمتحسسات والشبكات وتكنولوجيا المعلومات الأخرى لغرض تحقيق ما ياتي:

- تطوير سريع لمنتجات وعمليات إبداعية وبكلف مناسبة.
- مكائن وأنظمة عالية الإنتاج آمنة ومضمونة يسهل تكيفها وإعادة ترتيبها استجابة إلى تغيير الظروف والفرص الجديدة.
- منظمات وسلاسل تجهيز مثلى وفاعلة ومرنة.

إن مجال التصنيع الذكي واسع في نطاقه ويضم بحثاً وتطويراً متوسطاً إلى طويل المدى في دعم جميع التطبيقات الخاصة بالتصنيع من حواسيب وبرمجيات والهدف هو المساعدة على تشجيع تطبيقات يمكن ان تحسن معنويا الإنتاج والقدرات البينية المنظمية وبين الأعمال للمصنعين بغض النظر عن حجم منظماتهم أو موقعهم في سلسلة التجهيز وإقامة تنظيمات تعاونية مرتبطة بشبكات للمستقبل فضلاً عن أنظمة التصنيع المرن FMS وتبادل البيانات الالكترونية EDI وأتمتة المكتب والمكائن المحوسبة المسيطر عليها حسابيا CNC وأنظمة التعامل المؤتمت مع المواد والرموز الشريطية وأنظمة دعم القرار .

يحقق التصنيع الذكي تكـاملاً أفقيـاً عـبر شـبكة الإنتـاج، وتكـاملاً عموديـاً مـن خـلال طبقـات الأجهزة والسيطرة والإدارة في المنظمة وتكامل جميع دورة حياة المنتج من بدايـة تـصميمه إلى إنتاجـه ثم بيعه. الهدف وراء التصنيع الذكي هو تحسين قـدرة إبـداع المنـتج وتحقيـق قـدرة اسـتجابة سريعـة للـسوق وتعزيـز عمليـات وطـرق مؤتمتـة ذكيـة ومرنـة وعاليـة الكفـاءة في الإنتـاج والعمليـات وعـبر الصناعات الوطنية المختلفة، هذه المبادرة تركز على تحويل التصنيع تجاه نموذج تصنيع حديث يـشمل صناعة ذات سلسلة عالية القيمـة وتعـزز تكنولوجيـا التـصنيع المتقـدم وتحويـل وتحـديث الـصناعات التقليدية ودعم تطوير الصناعات الإستراتيجية الجديدة .

تتصف أنظمة التصنيع الذكي والمتكامل IIMS بعدة خصائص وهي:

– التحسس التلقائي وفهـم بيئـة الإنتـاج الحاليـة (اعتبـارا مـن مواصـفات المنـتج إلى قـدرات سلسلة التجهيز).

– تحديد المعلومات المطلوبة للعمليات الناجحة وصنع القرار ثم الحصول على المعلومات من الأنظمة الخارجية والداخلية وتكاملها.

– صنع القرارات المطلوبة تلقائيا والسيطرة على عمليات التصنيع وعمليات الأعـمال المرتبطـة بها في المنظمة.

– الكشف عن الانحرافات العملياتية في النتائج المتوقعة وتصحيحها.

– التعلم من الخبرة وتحديث النماذج التي تستند إليها لتعكس تحسين فهم الواقع.

– توليد وإدارة جميع معلومات التصنيع المطلوبة من المنتج وتفاصيل العمليـات عـبر أعـمال المنظمة وعمليات الأعمال.

– توفير المعلومات عند الطلب بصيغة مناسبة وفي مستوى التفصيل المناسـب لجميـع الأفـراد والوظائف التي تطلبها.

3- قابلية التشغيل البينيInteroperability

لتحقيق الزيادة في الكفاءة والجودة والتميز والتي تروج لها مصانع المستقبل، يجب تطبيق تدفق المعلومات الرقمية باتجاهين، وهذا يتطلب تكامل وثيق وترابط بين المكونات والمشاركين المختلفين في النظام أو في بيئة التصنيع، يعرف الترابط والتشغيل البيني على انه قدرة النظام على التفاعل مع الأنظمة الأخرى بدون تطبيق جهود خاصة للتكامل، اي قدرته على التثبيت في أنظمة التشغيل المختلفة، فعلى سبيل المثال الايصاء أو واجهة الارتباط هي أمثلة على ذلك إذ قد تشمل الأنظمة على عدة أوجه من مكونات ميكانيكية وخواص ميكانيكية وأهداف إستراتيجية وعمليات أعمال، ويتم ذلك بتطوير وتطبيق أدوات وعمليات لتحسين الاتصالات والترابط الرقمي بين جميع نشاطات التصميم والتصنيع والفحص والاستدامة في منظمات التصنيع بهدف التقليل الكبير للهدر الناتج عن الاتصالات والترابط غير الأمثل، وقد تم تحقيق التشغيل البيني في عدة مستويات :

- على المستوى المادي عند تجميع وربط معدات التصنيع أو منتجاتها.
- على مستوى تكنولوجيا المعلومات (IT) عند تبادل المعلومات أو مشاركة الخدمات.
- على مستوى الأعمال عندما تتوحد العمليات والأهداف.

وتعد قابلية التشغيل البيني ضرورية لإنتاجية العديد من الصناعات وقدرتها على المنافسة على أساس التمثيل الرقمي لبيانات المنتج، وعملية تنسيقها، وهو عنصر ضروري للتصميم الفعال والإنتاج وإدارة سلسلة التوريد، وهو يسهم في تحقيق وفورات ضخمة، ذلك لان المنظمات أو الدول لن تنفق الكثير من الأموال في تكرار عمل قام به أطراف آخرون، ولذلك ظهرت الحاجة إلى إمكانية تبادل البيانات وقواعد المعلومات بين المنظمات أو المنظومات من ثّم الاستثمار الفعال في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الإلكترونية، والتي تعد من المقومات الأساسية للتشغيل البيني ، ولتحقيق التشغيل البيني في بيئة التصنيع يجب أن يكون هناك تكامل لعدة أبعاد وهي:

– **التكامل العمودي:** وهو تكامل عبر هرم الأتمتة، وهذا يعني التكامل الداخلي على مستوى المنظمة من المتحسسات والمفعلات ضمن المكائن وأنظمة تخطيط موارد المنظمة (ERP).

– **التكامل الأفقي:** أي التكامل عبر سلسلة القيمة وفي شبكات الإنتاج وهذا يشمل تكامل شبكات الإنتاج على مستوى الأعمال، والذي يتحقق من خلال تكامل سلسلة التجهيز، وقد يشمل أكثر من ذلك في المستقبل عند تبادل المعلومات الخاصة بالمنتجات أو العمليات بوقت قريب من الوقت الحقيقي لزيادة مستوى التفصيل والجودة في التحسين الأمثل للتصنيع الموزع.

– **التكامل في تطبيقات دورة حياة الهندسة والإنتاج:** تتمثل في مشاركة المعرفة والتزامن بين تطوير السلع والخدمات وبيئة التصنيع، ويسهم ذلك بتوفير معلومات حول المنتجات التي سوف تصنع أو تخطط مع إعداد مهام التصنيع، وكذلك في عملية تصنيع المنتج عندما يمكن استخدام المعرفة في التحسين الأمثل للمنتج.

رابعاً - معوقات تطبيق التصنيع المتقدم:

على الرغم من الأهمية السابقة الذكر في تطبيق التصنيع المتقدم إلا انه لا يمنع من وجود عدد من المعوقات التي تعيق تطبيقه، إذ أشار إلى أن بعض منظمات التصنيع لا يمكنها الاستفادة من AMT بسبب الصعوبات الفنية مثل المشاكل المعيارية وتكامل الأجهزة الصلبة والبرامجيات بعد التنصيب فضلاً عن نقص قدرة استيعاب AMT إلى عيوب إدارية وعيوب منظمية، ووجود فرق هيكلي ما بين توليد التكنولوجيا (العرض) وتطبيقها (الطلب) والتي تعد من أهم المعوقات في الأداء. فضلاً عن أن تكنولوجيا التصنيع المتقدم تتميز بدرجة من التعقيد والتحدي في تطبيقه وان الضعف في أدائه هو بسبب إهمال عوامل الموارد البشرية وعدم كفاءتها لمثل هذه التكنولوجيا، وفي هذا الصدد يمكن تصنيف حواجز تطبيق التصنيع المتقدم إلى ثلاثة تصنيفات وهي:

1- حواجز هيكلية ترتبط بالبنية التحتية المنظمية وصعوبة استخدام التكنولوجيا.

2- حواجز بشرية ترتبط بعدم التأكد ومقاومة العاملين.

3- حواجز فنية ترتبط بعدم مطابقة الأنظمة.

ومن جانب آخر، أن الاستثمار في التصنيع المتقدم يجب أن يرتبط بالاستثمار في الآليات الداعمة له، فالمرونة مثلا لا تظهر فقط في المعدات والبرامجيات بل في تغيير ممارسات العمل والمهارات والمواقف والعلاقات بين الأقسام وإجراءات التخطيط والسيطرة مثل تغيير تنظيم العمل وسياسات الصيانة، وهي جوانب يغفل عنها أصحاب القرار في المنظمات الصناعية وانشغالهم بالجانب الفني فقط من التقنية فالعديد من المنظمات التي تطبق AMT حققت النجاح التقني ولكن لم تحقق نجاح الأعمال أي انه تم تطبيق التكنولوجيا، ولكن لم تحقق زيادة في التنافسية والجودة .

قائمة المصادر

1- Abdullah Rohani، Hassan Mohamad Ghozali،(2012)،**Advanced Manufacturing Technology: The Perceived Impact on Producer's Value**،The 3rd International Conference on Technology and Operations Management "Sustaining Competitiveness through Green Technology Management"،Bandung – Indonesia، Conference Proceedings، ISBN: 978-979-15458-4-6.

2- Babić Zoran، Ivica Veža، Nikola Banduka، (2017)،**Assessment of Industrial Maturity level by Multi Critical Analysis**، International Journal "Advanced Quality"، Vol. 45، No. 4.

3- Bulbu Hasan، Nuri Omu rbek، Turan Paksoy، Tolga Bektas¸(2013)،**An empirical investigation of advanced manufacturing technology investment patterns: Evidence from a developing country**، Journal of Engineering and Technology Management، Vol.28.

4- Dara، Schniederjansand Marc، Schniederjans، (2015)،**Quality management and innovation:** new insights on a structural contingency framework، International Journal of Quality Innovation، DOI 10.1186/s40887-015-0004-8.

5- Dezhina Irina، Alexey Ponomarev and Alexander Frolov، (2015)،**Advanced Manufacturing Technologies in Russia**: Outlines of a New Policy، New Policy، Foresight-Russia، Vol. 9، No. 1، DOI: 10.17323/1995-459x.2015.1.20.31.

6- Duggan Kevin J. ، (2012)،**Design for Operational Excellence: A Breakthrough Strategy for Business Growth**: A Breakthrough Strategy for Business Growth، McGraw-Hill، U.S.A، ISBN 978-0-07-176824-5

7- Ford، Sharon L. N.، (2014)،**Additive Manufacturing Technology**: Potential Implications for U.S. Manufacturing Competitiveness، Journal of International Commerce & Economics، United States International Trade Commission، DC 20436.

8- Fonseca، Luis Miguel، (2015)،**From Quality Gurus and TQM to ISO 9001**، (2015)، A review of several Quality paths International Journal for Quality Research، ISSN 1800-6450.

9- Gunawardana K.D.،& Jungthirapanich Chamnong، (2012)،**Quantitative Measurement of Advanced Manufacturing Technology Transfer from Foreign-Based Companies to Local Companies**.

10- Gunawardana، Kennedy D، (2006)،**Introduction of Advanced Manufacturing Technology**: a literature review، Sabaragamuwa University Journal، Vol 6، No.1.

11- Grover، Sandeep and Goyal، Sanjeev،(2012)،**Intensity of Critical Factors for Implementing AMT-An ANP Approach**، Proceedings of the National Conference on Trends and Advances in Mechanical Engineering، YMCA University of Science & Technology، Faridabad، Haryana.

12- Hwang Yuhchang، Manus Rungtusanatham and Buck K. W. Pei،(2006)،**Product and Process Characteristics، Advanced Manufacturing Initiatives، and Supply Chain Management Initiatives: Complementarities and FIT**-Performance Consequences، paper was presented at the November 2005 INFORMS Annual Meeting in San Francisco، CA.

13- Ingman، Edward،(2017)،**Excellent quality in customer service: Aktia Bank Plc. Contact Center**، Master's Thesis of Business Administration – Nordic Business focus.

14- JonssonPatrik، (2000)،**An empirical taxonomy of advanced manufacturing technology**،International Journal of Operations & Production Management، Vol. 20 No. 12.

15- Jaeger، A.، K.Matya and W.Sihn، (2014)،**Development of an assessment framework for Operations Excellence (OsE)**، based on the paradigm change in Operational Excellence (OE)، "The 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems".

16- Joseph Beaman، J.، Clint Atwood، Theodore L. Bergman، David Bourell، Scott Hwang Yuhchang، Manus Rungtusanatham and Buck K. W. Pei،(2006)،**Product and Process Characteristics، Advanced Manufacturing Initiatives، and Supply Chain Management Initiatives: Complementarities and FIT-Performance Consequences**، Informs Annual Meeting in San Francisco، CA.

17- Kotha Suresh، Paul M. Swamidass، (2000)،**Strategy، advanced manufacturing technology and performance**: empirical evidence from U.S. manufacturing firms، Journal of Operations Management، Vol. 18.

18- Leonard Scott and Hafer Mel، (2011)،**Advanced Manufacturing EnterpriseStrategic Baseline** Defense-Wide Manufacturing Science and Technology Program، United State of America، Case Number: 88ABW-2011-5178.

19- Muazu Muazu Hassan، Rosmaini Tasmin، (2017)،**Operational Excellence in Manufacturing، Service and the Oil & Gas:** the Sectorial Definitional Constructs and Risk Management Implication، Traektoriâ Nauki - Path of Science، Vol. 3، No 9 ISSN 2413-9009.

20- Ray S. R. and Jones A. T.، (2006)،**Manufacturing interoperability**،Journal of Intelligent Manufacturing، Vol. 17، Issue 6

21- Rosnah M.Y.، M.M.H. Megat Ahmad and M. R. Osman، (2004)، **Barriers to Advanced Manufacturing Technologies Implementation in the Small and Medium Scales Industries of a developing in the small and medium scales industries of a developing Country**، International Journal of Engineering and Technology، Vol. 1، No. 1،.

22- Sabri S.، Yusuff R. mohd.، Zulkifi N. and Ahmad Megat M.M.H.،(2010)،**Effective Factors on Advanced Manufacturing Technology Implementation Performance**، Journal of Applied Sciences (13)، ISSN 1812-5654.

23- Sadat- Afjehi-، A.، Durakbasa، M. N.، Osanna، P. H.،& Bauer، J. M. (2001). **Quality management systems**، European industry and the importance of modern technology and metrology. http://uni-obuda.hu/conferences/jubilee/Osanna.pdf، (May 2017).

24- Spenaa Pasquale Russo، Philipp Holznera، Erwin Raucha، Renato Vidonia، Dominik. Mattab، (2016)،**Requirements for the Design of flexible and changeable Manufacturing and Assembly Systems**: a SME-survey، 48th CIRP Conference on Manufacturing Systems- CIRP CMS 2015

25-Shipp Stephanie S، Nayanee Gupta،Bhavya Lal،Justin A. Scott،Christopher L. Weber،Michael S. Finnin،Meredith Blake،Sherrica Newsome،Samuel Thomas، (2012)،**Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing**، paper of Institute for Defense Analyses (IDA)، 4850 Mark Center Drive، Alexandria، Virginia 22311-1882 • (703) 845-2000.

26- Sun، Hongyi (2000) "**Current and Future Patterns of using Advanced Manufacturing Technologies**"،Tech novation، The International Journal of Technological Innovation and Entrepreneurship، Vol.20، No.11، pp.631-641.

27-Thorsten Blecker & Günter Graf، (2004)،**Changeability in Operations: a Critical Strategic Resource for European Management**، 2nd International Conference " An Enterprise Odyssey، Zagreb، Croatia.

28- Terenzi Graziano ،Giuseppe Basile ،(2017)،**Smart Maintenance An Augmented Reality Platform for Training and Field Operation in the Manufacturing Industry**،The white paper discusses a selection of Englobe Technologies Augmented Reality (AR) solutions to enhance both training and operations in different industrial maintenance scenarios.

29- Tatjana Šibalija V.،& Majstorovic Vigosav D. ،(2009).

Advanced Quality Improvement Initiatives: Status in Serbia UDC،

International Journal "Total Quality Management & Excellence"، Vol. 37، No. 1 2.

30- Toit، Adriaan C du، (2011)،**How AMT influenced HRM/TQM factors:** A case study descriptive of a dental manufacturing Group، Master thesis، School of Management، Bradford University.

31- Yusuff Rosnah Mohd.، Lo Woon Chek and M.S.J. Hashmi، (2005)،**Advanced Manufacturing Technologies in SMEs**، CACCI Journal، Vol. 1.

32- Zhou،Honggeng،،G.Keong Leong،PatrikJonsson and Chee-ChuongSum، (2009)، **A comparative study of advanced manufacturing technology and manufacturing infrastructure investments in Singapore and Sweden**،International Journal of Production Economics،Vol. 120، Issue 1.

الفصل الرابع عشر

نظام التصنيع الهولوني

HMS(Holonic Manufacturing System)

الفصل الرابع عشر

نظام التصنيع الهولوني

HMS (Holonic Manufacturing System)

أولاً / مفهوم التصنيع الهولوني

يعد نظام التصنيع الهولوني Holonic Manufacturing System (HMS) خيارًا ذكياً للتغلب على مشاكل بنية أنظمة الإنتاج التقليدية، وذلك بفضل قدرته على التكيف والتفاعل مع التغييرات في بيئة الأعمال بينما يكون قادرًا على الحفاظ على التآزر والتنسيق النظامي. يتكون HMS من الهولونات holons حيث يُنظر اليها على أنها وحدات إنتاج وظيفية مستقلة وتعاونية في نفس الوقت. على الرغم من أن التصنيع الهولوني يمكن أن يمثل حلاً صالحًا من أجل متابعة المستويات اللازمة من خفة الحركة في أنظمة الإنتاج ، إلا أنه لم يتم تنفيذها بشكل عملي وبالكاد تمت دراستها من منظور دراسات الأعمال (Dominici 1: 2008).

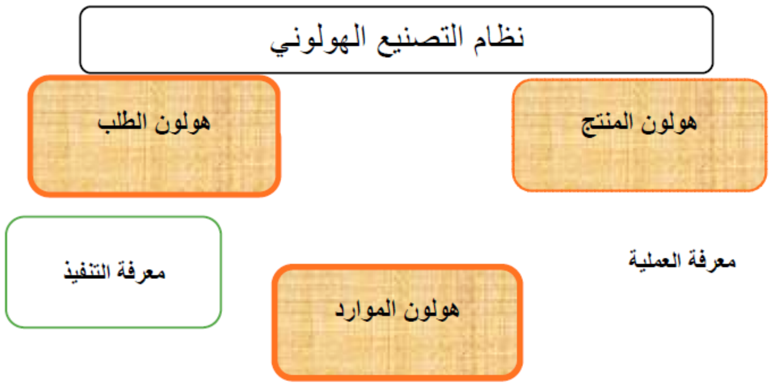
تمثل أنظمة التصنيع الهولوني (HMS)مجال بحث موضوعي يهدف إلى إيجاد حل لبعض التحديات لبيئة التصنيع الحالية، اذ انه من الصعب أن تتوفر بيئة مثالية للتحكم في عملية التصنيع والتي يمكن أن تحتوي مدخلاتها على اختلافات كبيرة، إذ تشير عملية الإنتاج إلى سلسلة من العمليات التي تتطلب أوامر مخصصة تتضمن تغييرات مهمة والتحكم في عمليات التصميم والتصنيع ، وملائمة ضيق الوقت والعمل بأقل التكاليف. فالمدخل الهولوني يمثل النهج الشمولي الذي ينتج عن طريق تطبيق طرق وأدوات معينة من الذكاء الاصطناعي (AI) (Panescu et al.،51 :2008).

استخدم مصطلح holon والتي تعني الجزء او جسيم باللغة اليونانية لأول مرة من قبل المؤلف والفيلسوف المجري(Koestler) من أجل إضفاء الطابع الرسمي بشكل أفضل على العلاقة بين الجزء والكل،وانطلاقا من فكرة (Koestler) التي تتطلب نموذجًا جديدًا لوصف العلاقة الهجينة بين الأجزاء والكل في أنظمة الحياة الواقعية البيولوجية والاجتماعية، تم تطوير منهجية جديدة فيما يتعلق بأنظمة التصنيع، تحت اسم المدخل

الهولوني، والتي تعد من المداخل التي توفر بها وسائل للجمع بين كل مـن المخططـات الهرميـة والغـير المتراتبة، وإمكانية النظر في الميزات المهمة لأنظمة التصنيع الحالية مثـل الاسـتقلالية والمرونـة والقـدرة على التكيف (Valcckenaerset al.، 456: 1998)، طبـق هـذا المفهـوم في الثمانينيـات مـن القـرن المـاضي في مجال التصنيع ، يعرف الهولون بأنه كتلـة بنـاء تعاونيـة مـستقلة لنظـام التـصنيع لتحويـل المعلومـات والأشياء المادية ونقلها وتخزينها و التحقق منها،ويتكون الهولون من جزء معالجة المعلومات وهو جزء مادي، و يمكن أن يكون جزءًا من هولون آخر (Radu et al.، 113: 2006).

يعتمد نظام التصنيع الهولوني HMS على اسـتخدام مجموعـة مـن الأفكـار مـن البرمجـة والتحكم التقليديين مع بعض مفاهيم الذكاء الاصطناعي،وبهذا فإن الكيان الرئيسي لــHMS، يتميـز بالاستقلالية والتعاون وقدرات التفكير، وهي السمات الرئيسية لمفهوم الوكيل في الذكاء الاصـطناعي أيضًا ، وبهذه الطريقـة يقابـل الهولـون مفهـوم الوكيـل والـذي يعـد النـواة الأساسـية لبنـاء HMS والطبيعة الموزعة للتصنيع إلى جانب الحاجة إلى التعاون من الكيانات المعنية التي تحدد اسـتخدام الأنظمة متعددة الوكلاء (Panescu et al.،2008:52)، يقـصد بمـصطلح الهولـون جـسيمات غـير قابلـة للتحديد والتي تكون جزءا من الكل المكون له (Silva et al،2012:22). إذ انه هناك ثلاثة أنـواع مـن الهولونات في نظام التصنيع، وهو هولون الطلب وهولون المنتج، وهولـون المـوارد وكـما موضـح في الشكل (1) ، اذ يقوم هولون الطلب بتوصيل معرفة الانتاج والتي تتمثـل في المعلومـات والأسـاليب حول كيفية إنتاج منتج معين باسـتخدام مـوارد معينـة، فالمعرفـة هنـا حـول التسلـسلات المحتملـة للعمليات التي سيتم تنفيذها على الموارد وهياكل البيانات لتمثيل نتائج العمليات وطرق الوصـول إلى معلومات خطط العمليات وتوصيلها إلى هولون المنتج، والـذي يقـوم بـدوره إلى إيـصال معرفـة العملية والتي تحتـوي عـلى المعلومـات والأسـاليب حـول كيفيـة إجـراء عمليـة معينـة عـلى مـورد معين،وهذه المعرفة حول قدرات المورد والعمليات التي يمكنه إجراؤها، وجـودة العمليـة والنتـائج المحتملة الى هولون الموراد، والذي يقوم بدوره بإيصال المعلومات الخاصة بتنفيـذ العمليـة والتـي تحتوي على المعلومات والأساليب المتعلقة بالتقدم في تنفيذ العمليات على الموارد، أي انهـا معرفـة

حول البدء بالطلب وهي الموارد ، وإبداء أية تحفظات على الموارد ، وتعليق واستئناف العمليات على الموارد (Nikam et al.، 2: 2015).



الشكل (1)

نظام التصنيع الهولوني

يرى (McFarlane، 1995:3) ان نظام التصنيع الهولوني لا يعد تقنية جديدة وإنما منهجية جديدة تتكامل فيها عدد من التقنيات الحالية والتي تتكيف بسهولة مع أهداف العمل المتغيرة، والتي تشكل إطاراً يقدم وصفا موحدا لبيئات التصنيع المنفصلة والمستمرة، في حين عرف (Nikam et al.، 2015:2) نظام التصنيع الهولوني بأنه هيكلية تدمج مجموعة متكاملة من أنشطة التصنيع، ابتداءً من حجز الطلبات وحتى التصميم والإنتاج والتسويق لتحقيق منظمة تصنيع رشيقة.

ويرى (Hsieh، 959 :2014) بأنه نظام قائم على المرونة في التصنيع وإعادة تشكيل العمليات بشكل حيوي وديناميكي واستيعاب التغييرات البيئية وتلبية متطلبات العملاء ويتميز نظام التصنيع الهولوني بعدد من الخصائص من بينها (Amro، 9 :2004) التنظيم الذاتي: تمكّن وحدات الهولون وحدات التصنيع من تجميع وترتيب نفسها من أجل تحقيق هدف العملية الإنتاجية.

1- قابلية إعادة التكوين: يمكن تغيير وظيفة وحدة التصنيع في الوقت المناسب بطريقة فعالة من حيث التكلفة استجابة للتغيرات المفاجئة أو الطلبات الجديدة.

ويرى كلا من (Dewa et al.،3 :2014) بان خصائص نظام التصنيع الهولوني هي:

1- يتكون من عدة هولونات وهي كتل بناء تعاونية مستقلة في نظام التصنيع يشمل على جزء معالجة المعلومات وجزء معالجة الماديات يعمل على نقل وخزن والتأكد من صحة المعلومات.

2- الاستقلالية / وهي قدرة الكيان على إنشاء ومراقبة التنفيذ لخططها واستراتيجياتها.

3- التعاون / عملية يتم من خلالها تطوير مجموعة من الكيانات مقبولة للطرفين تقوم بمهام التخطيط وتنفيذ تلك الخطط.

4- الهيكلية / مجموعة من الأنظمة الهولونية التي تتعاون لتحقيق هدف معين وهو الحد من استقلالية كل هولون.

ثانياً/ أهمية التصنيع الهولوني

يعد مفهوم التصنيع الهولوني حلاً محتملاً لأنظمة الجيل القادم للتصنيع Generation Next Manufacturing(NGM) وهذا ما أكده العديد من الباحثين في الأوساط الأكاديمية والصناعية ، فهناك عدد كبير من التطبيقات للمفهوم الهولوني في أنظمة التصنيع من بينها عده كطريقة لتطبيق النهج الشمولي للجدولة في نظام التصنيع المرن FMS من خلال التحديد الديناميكي لموارد التصنيع المناسبة لأي قطعة عمل معينة تدخل إلى النظام (Cheung et al.، 122 :2000).

ويرى كلا من (Radu et al.، 111 :2006) إن أهمية نظام التصنيع الهولوني تكمن في انه يسهم في العملية التصنيعية من خلال إمكانية التعامل مع التعديلات في تكوينات الماكنة وأوامرها وموظفيها وجداول الإنتاج، فضلا عن إمكانية إيجاد الحل وللعطلات الماكنات، بالإضافة إلى إمكانية إدخال الماكينات الجديدة ووصفات المنتجات ومرافق إدارة المعلومات بطريقة رشيقة، أي جعل النظام رشيق ولا يتلف بسبب التغيرات في بيئة التشغيل أي منح المنظمة إمكانية الاستقرار في مواجهة بيئتها والتكيف معها.

تساعد HMS الأعمال على الاستفادة القصوى من الموظفين والقدرة التصنيعية والموارد والأصول المتاحة لتلبية الطلب الحالي و المتوقع على منتجاتها، فضلا عن الحصول على الفوائد المحتملة التي تقدمها للمنظمات مثل الاستقرار في مواجهة الاضطرابات ، والقدرة على التكيف في مواجهة التغيير والاستخدام الفعال للموارد المتاحة ، هذا فضلا عن أن نظام التصنيع الهولوني (HMS) يمتلك قدرة التغلب على المشاكل التشغيلية والاقتصادية لأنظمة الإنتاج التقليدية، من خلال قدرته على التكيف والتفاعل مع التغيرات في بيئة الأعمال ، مع الحفاظ على التآزر والتنسيق المنهجي، والاستفادة من الهيكل التنظيمي لشبكتها مما يضمن المرونة والربحية.

ثالثاً / متطلبات نظام التصنيع الهولوني

قدمت دراسة (McFarlane،1994:6) الجدوى الأولية في التصنيع الهولوني من خلال مراجعة عدد من دراسات الحالة في مجال التصنيع وتوصلت إلى أن المتطلبات الأساسية لنظام التصنيع الهولوني تكمن في الآتي:

1. **أنظمة التحكم الهولونية: ويتضمن:**

(أ)- هولون رقابة المخزون: والذي يشمل بدوره على هولون المجهز ويضم مختلف الموردين المحتملين للمواد الخام في سلسلة الإنتاج.

(ب)- هولون الشراء:وهو المسؤول عن شراء المواد الخام قبل نفاذ المخزون،ويتم ذلك عن طريق تقديم عطاءات للموردين المختلفين لتوفير واختيار أفضل خيار للمورد بناءً على معايير محددة.

(ت)- هولون مستوى المخزون:وهو المسؤول عن مراقبة مستويات الخزين لكل مادة خام، بمجرد الوصول إلى مستوى إعادة طلب المواد الخام ، يتم التواصل مع هولون الشراء لتقديم طلب لتجديد المخزون.

(ث)- هولون نقطة التعادل: وهو الهولون المسؤول عن التحقق من النقص المفاجئ غير المتوقع في المواد الخام بسبب المواد الخام المعيبة أو الملوثة الناتجة عن الإجراءات التشغيلية السيئة أو التخزين الضعيف أو تقنيات التعامل مع المواد ويحدد مستوى الانخفاض المفاجئ في المخزونات.

2. **هولون إدارة القدرات ويتضمن:**

(أ) **هولون تخطيط الموارد:** ويشمل على مراقبة وإدارة موارد الإنتاج التي تشمل الآلات والمعدات والناقلات للحفاظ على مستويات عالية من توافر النظام،وتتألف هيكلية الموارد من الموارد المادية والبشرية.

(ب) هولون تخطيط العملية: ويشمل على إنشاء خطة عملية مثالية في الوقت الفعلي لأوامر العمل الحالية والمرتقبة .

(ت)- هولون جدولة العمل:الغرض منه هو إنشاء جدول عمل مثالي في الوقت الحقيقي لجميع أوامر العمل وتحديد قائمة المواد (BOM).

3. **هولون إدارة الصيانة:** هو إدارة الصيانة المتسقة لموارد النظام التي تشمل الآلات والمعدات والناقلات للحد من المخاطر الناتجة عن عمليات التشغيل، والتي تتضمن على مخطط وجدولة الصيانة.

وبالاستناد إلى ماسبق وبالاعتماد على مفهوم وخصائص نظام التصنيع الهولوني من صياغة عدد من المتطلبات لضمان نجاح تطبيق هذا النظام وهي:

- الربط الشبكي لوحدات الإنتاج من خلال تكامل المنظمة.
- اللامركزية في العمليات اذ يجب أن تكون المنظمات التي تتطلب تطبيق أنظمة التحكم في التصنيع الهولوني على استعداد للامركزية في عملياتها.
- التكامل البشري من خلال اعتماد نظم المعلومات المحوسبة، إذ لا تزال معظم أنظمة التصنيع تعتمد الأساليب اليدوية في تخطيط الإنتاج ووظائف الجدولة، وبذلك يمكن استخدام هولون أنظمة محوسبة.
- التدريب والتحفيز لتسهيل فهم كيفية استخدام التكنولوجيا في نظام التصنيع الهولوني والحفاظ على أمن النظام لضمان حماية معلومات الإنتاج الهامة.
- الاستدامة من خلال الحفاظ على مصدر طاقة ثابت.

قائمة المصادر

1- Bussmann Stefan and Duncan C. McFarlane، (1999)، **Rationales for Holonic Manufacturing Control**، Published at Second International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems، Leuven، Belgium.

2- Cheung، H. M. E.، Yeung، W. H. R.، Ng، H. C. A. and Fung، S. T. R.، (2000) HSCF: **A holonic shop floor control framework for flexible manufacturing systems**، International Journal of Computer Integrated Manufacturing، 13(2)، 121–138.

3- Dominici Gandolfo ، Pierluigi Argoneto ، Paolo Renna ، Luigi Cuccia، (2010)،**The Holonic Production System: A Multi Agent Simulation Approach**، iBusiness، 2، 201-209، doi:10.4236/ib.2010.23025.

4- Dewa M.T. ، S. Matope ، A.F. Van Der Merwe and L. Nyanga، (2014)،**Holonic Control System: a proposed solution for managing dynamic events in a distributed manufacturing environment**، SAIIE26 Proceedings Conference ، 14th – 16th of July، Muldersdrift، South Africa.

5- Greenwood Royston ، Mia Raynard ، Farah Kodeih ، Evelyn R. Micelotta & Michael Lounsbury، (2011)،**Institutional Complexity and Organizational Responses**، The Academy of Management Annals، Vol. 5، No. 1، June 2011، 317–371.

6- Giret A.، Botti V.، (2014)،**analysis and design of Holonic manufacturing systems**،18th International Conference on Production Research.

7- Hopkinson، Neil.، and Dickens، phill، (2001)، "**Rapid Prototyping for Direct Manufacture**." Rapid Prototyping Journal 7 (4): 197–202.

8- Hsieh F ، (2014)، " Holarchy form" **Managing closing time to enhance manager employee**،and customer satisfaction " ، Business Horizons.

9- Lun، M.، and Chen، (2000)،**"Holonic Concept Based Methodology for Part Routing on Flexible Manufacturing Systems"**، Advanced Manufacturing Industry، 484-490.

10- Lewis Marianne، (2000)،**Exploring Paradox: Toward a More Comprehensive Guide**،The Academy of Management Review، vol (25)، no. (4).

11- McFarlane Duncan C. ، (1995)، **Holonic Manufacturing systems in continuous processing:** concept and control requirement، in Proceedings of ASI' 95، Portugal.

12- Morin Alain، (2011)،**Self-Awareness Part 1: Definition، Measures، Effects، Functions، and Antecedents**، Social and Personality Psychology Compass 5/10 (2011): 807–823، 10.1111/j.1751-9004.2011.00387.x.

13- Nikam L.S. ، H.K.Raval ، J.S.Bagi ،(2015) ،**Holonic Manufacturing System**، 5th National Conference in Advances in Manufacturing،Kolhapur.

14- Panescu Doru، Gabriela Varvara and Marius Sutu،(2008)،**on Holonic Systems design and implementing**، ISSN 1223-8139.

15- Ravasi david، Schultz Majken، (2006)، responding **to organizational identity threat: exploring the role of organizational culture** ، AMJ JUNE; Vol. 49، No. 3.

16- RADU F. BABICEANU and F. FRANK CHEN، (2006)،**Development and applications of holonic manufacturing systems :a survey**، Journal of Intelligent Manufacturing، 17، 111–131.

17- Silva R ، Arakaki J ، Junqueira F ، Filho D ، Miyagi P ، (2012)،**Modeling of active holonic control systems for intelligent buildings**، Automation in Construction 25 20–33.

18- Valckenaers P.، Van Brussel H.، Wyns J.، Bongaerts L.، Peeters P.، (1998)،**Designing Holonic Manufacturing Systems**، Robotics and Computer-Integrated Manufacturing، 14، 455–464.

19- Vrba Pavel ، Kenwood H. Hall and Francisco P. Maturana، (2011)،**Rockwell Automation's Holonic and Multiagent Control Systems Compendium**، IEEE transactions on systems، man، and Cybernetics- part C: Applications and reviews، vol. 41، no. 1.

الفصل الخامس عشر

التصنيع المضاف

AM (Additive Manufacturing)

الفصل الخامس عشر

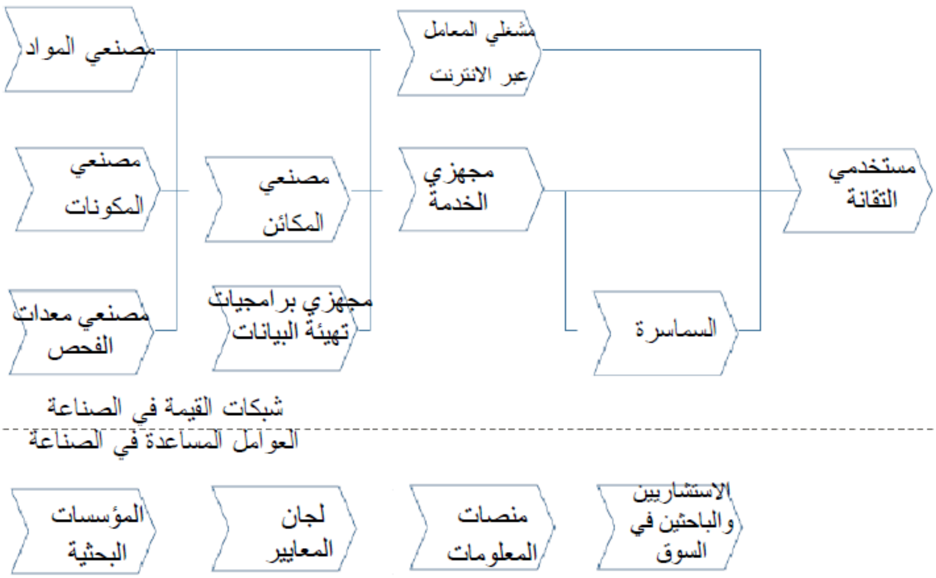
التصنيع المضاف

AM (Additive Manufacturing)

أولاً / ماهية التصنيع المضاف

يجمع مصطلح التصنيع المضاف Additive Manufacturing (AM) مجموعة مـن التقنيـات ذات الخصائص المتشابهة التي تشكل جزءًا من الثورة الصناعية الرابعة، تم تطوير AM عـلى مـستوى العـالم كما يتضح من المعايير التي نـشرتها والاتفاقيـات بـين ISO و ASTM في عـام)2013) إذ ظهـرت الفكـرة الأساسية للتصنيع المضاف في القرن العشرين عند ظهـور بـراءات اخـتراع في الـسبعينات لهـذه التقنيـة ولكن لم يكن من الممكن تطبيقها عمليا، ولكن في التسعينات ومع التقدم في تقنيـات الليـزر وتقنيـات المعلومات والاتصالات، ظهرت أولى المحاولات الناجحة لصنع نموذج أولي سريع حيث يـتم إنتـاج قطـع بوظائف محدودة كوسائل إيضاح على سبيل المثال للمصممين والجراحين، وكانت ميـزة هـذه الـنماذج الأولية هي أنها يمكن إنتاجها بسرعة من مجموعة بيانات ثلاثيـة الأبعـاد (Pérez et al.، 2018:1)، في عـام 2010 قـررت الـشركات الرائـدة في الـصناعة اسـتبدال المـصطلحات المختلفـة مثـل التـصنيع الـسريع أو التصنيع المباشر غيرها بمصطلح واسع شامل وهو التصنيع المضاف (Haar، 2016: 20). لقد مـرت تقنيـات التصنيع المضاف في ثلاثة مراحل أساسية، في المرحلة الاولى استخدمت هذه التقنيات لتطوير المنتجـات الجديدة فقط في بداية الأمر أما المرحلة الثانية من مراحـل تطورهـا فكانـت في تطبيقهـا لـصنع قطـع للاستخدام النهائي واعتبرت (مرحلة تصنيع رقمي مباشر)، أمـا المرحلـة الثالثـة وهـي مرحلـة اسـتخدام الطابعات ثلاثيـة الأبعـاد وهـي تعتمـد عـلى مبـدأ مـشابه للطابعـات المكتبيـة المـستخدمة مـن قبـل المستخدم النهائي. ان التقدم التقني في التصنيع المضاف قاد التطور في مداخل إدارية جديدة في ميادين مختلفة مثـل تـصميم وتطـوير المنـتج وتخطـيط الإنتـاج وتحـسين الإنتـاج وتـصميم سلـسلة التجهيـز واستراتيجيات العمليات (Niaki and Nonino، 2017: 57).

يشير التصنيع المضاف إلى إنتاج القطع أو الأجزاء ببناء طبقات متعاقبة من المواد في عملية مستقلة بشكل كبير تعتمد على نماذج ثلاثية الأبعاد 3D، وهو ليس تقنية منفردة بل ميدان تقني متنوع فالبعض يسميه طباعة ثلاثية الأبعاد وهناك من يعتبره ثورة بحد ذاتها، وهو يعد جزء من عمليات التصنيع التي تضيف قيمة مضافة للمنتج، وهو بذلك يدعم المزايا التنافسية المتولدة عن عملية التصنيع ككل ويوضح الشكل (1) شبكة القيمة المتحققة في التصنيع المضاف ، ولكن الاستفادة من هذه الصناعة لا تزال في بدايتها ولكنها تواجه نموا سريعا رغم ان تقنياتها لا تزال في مرحلة التطوير و التوقعات لتطبيقات التصنيع المضاف عالية جدا.



الشكل (1)

شبكة القيمة للتصنيع المضاف

اما بصدد أهمية التصنيع المضاف بان للتصنيع المضاف عدة منافع رئيسة التي تستفيد منها الشركات الصغيرة والمتوسطة ، هي الإنتاج ألموقعي لمنتجات عالية الايصاء وتسهيلات في إدارة الوجستيات والمرونة والانخفاض المحتمل في كلف الإنتاج فضلا عن ان التصنيع المضاف ليس فقط عملية إبداعية (بوصفه عملية إنتاج في طبقات تزيد المرونة وتقلل استخدام المواد والهدر) ولكنه أيضا يسهم في إبداع المنتج، وهي تقنية ثورية تسمح بتصنيع منتجات ابتكاريه وإنشاء أجزاء عالية التعقيد ويساهم في مشاركة التصميم بالتعاون مع المستهلك ، وصنع تعديلات منخفضة الكلفة والسماح بالايصاء الكامل للأجزاء وزيادة المرغوبية الوظيفية والجمالية ، وهذا أمر مستحيل باستخدام التقنيات التقليدية. بالإضافة إلى ذلك وعند طرح منتجات جديدة يسهم التصنيع المضاف إلى فتح أسواق جديدة، وأشارت الدراسات بأنه هناك تزايد في نمو الطلب على التصنيع المضاف، كما يسهم التصنيع المضاف في عدد من المميزات مثل تقريب موقع الإنتاج إلى المستخدم النهائي، وتقليل المواد في سلسلة التجهيز وزيادة مستوى الايصاء، وتقليل الهدر وتقليل زمن الانتظار للإنتاج، وتقليل الكلفة اللوجستية وتقليل المخزون.

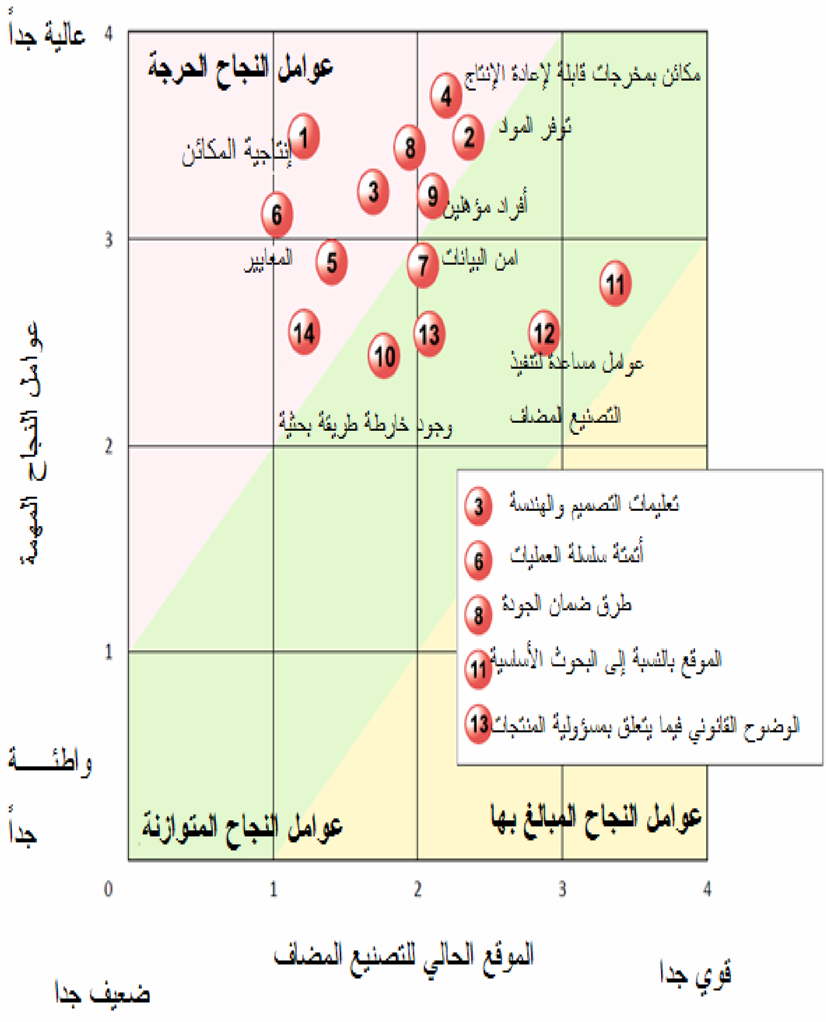
ثانياً/ متطلبات التصنيع المضاف

يجب اتخاذ خطوات موحدة في مجال البحث والتطبيق والتعليم والتمويل لتحسين إنتاجية التصنيع المضاف ، وصنف العوامل المؤثرة في التصنيع المضاف كما موضح في الشكل (2) إلى عوامل نجاح حرجة ومتوازنة ، فهناك تسعة عوامل نجاح حرجة تحتاج إلى عمل إضافي خاصة توفر المكائن والمنتجات القادرة على إعادة الإنتاج فضلا عن تحسين إنتاجية المكائن وأتمتة سلسلة العمليات. كما إن التصنيع المضاف سوف يستخدم بشكل أوسع في التطبيقات الصناعية وسوف يكون من الضروري توفر المواد المطلوبة وهناك حاجة إلى عمل أضافي بالنسبة إلى صياغة التصميم والتعليمات الهندسية للتقنيات المختلفة في التصنيع المضاف. هناك عوامل إضافية مطلوبة لاستخدام التقنيات بشكل واسع على مقياس صناعي منها سلسلة العمليات المؤتمتة وطرق تكامل التصنيع المضاف مع عمليات التصنيع الحالية، فضلا عن ان هناك حاجة إلى تطوير نماذج ضمان الجودة

القادرة على إثبات بان قطع التصنيع المضاف يمكن أن تلبي معايير الأداء المهمة، وأخيرا تدريب وتأهيل الأفراد المؤهلين لتنفيذ عمل التصنيع المضاف.

اما عوامل النجاح المتوازنة: وهي عوامل توازن ما بين أهميتها والموقف الحالي لاستخدامها ، مثل وجود خارطة طريق بحثية والوضوح القانوني بالنسبة إلى مسؤوليات المنتجات وامن البيانات ووجود عوامل مساعدة لتنفيذ التصنيع المضاف، أما (Nonino&2017: 57 Niaki) فقدم متطلبات أخرى لضمان تطبيق التصنيع المضاف وهي:

- إدارة سلسلة التجهيز.
- تصميم وإنتاج المنتج.
- تقييم الجوانب البيئية.
- التحديات الإستراتيجية.
- إطار نظام التصنيع.
- الإبداع من مصادر مفتوحة والأعمال والأثر الاجتماعي.



الشكل (2)

عوامل نجاح التصنيع المضاف

قائمة المصادر

1- Blichfeldt Henrik ، Mette Praest Knudsen and Martin Hanniba، (2019)،**The Potential of Additive Manufacturing: A Market، Product and Process Development Perspective**، Paper to be presented at DRUID19 Copenhagen Business School، Copenhagen، Denmark .

2- Gibson، I.، Rosen، D. W.،& Stucker، B. (2010)**. Additive Manufacturing Technologies. Development**. http://doi.org/10.1007/978-1-4419-1120-9

3- Greenwood Royston ، Mia Raynard ، Farah Kodeih ، Evelyn R. Micelotta & Michael Lounsbury، (2011)،**Institutional Complexity and Organizational Responses**، The Academy of Management Annals، Vol. 5، No. 1، June 2011، 317–371.

4- Haar Ing. W. van der، (2016)،**ASSESSING THE APPROPRIATENESS OF ADDITIVE MANUFACTURING**، Master Thesis Industrial design engineering، Master Management of Product Development ، University of Twente.

5- Hopkinson، Neil.، and Dickens، phill، (2001)، "**Rapid Prototyping for Direct Manufacture**." Rapid Prototyping Journal 7 (4): 197–202.

6- Hsieh F ، (2014)، " Holarchy form" **Managing closing time to enhance manager employee**،and customer satisfaction " ، Business Horizons.

7- Kohlhuber Martina، acatech Martin Kage and Michael Karg(،2017)،**Additive Manufacturing**، German National Academy of Sciences Leopoldina، ISBN: 978-3-8047-3677-1.

8- Lewis Marianne، (2000)،**Exploring Paradox: Toward a More Comprehensive Guide**،The Academy of Management Review، vol (25)، no. (4).

9- Morin Alain، (2011)،**Self-Awareness Part 1: Definition، Measures، Effects، Functions، and Antecedents**، Social and Personality Psychology Compass 5/10 (2011): 807–823، 10.1111/j.1751-9004.2011.00387.x.

10- Niaki،Mojtaba Khorram and Nonino، Fabio، (2017)،**Additive manufacturing management**: A review and research agenda، Journal of Manufacturing Technology Management Vol. 28 No. 1.

11- Ravasi david، Schultz Majken، (2006)، responding **to organizational identity threat: exploring the role of organizational culture** ، AMJ JUNE; Vol. 49، No. 3.

12- Pei Eujin ، Malte Ressin، R. I. Campbell، Benoit Eynard and Jinhua Xiao ، (2019)، **Investigating the impact of additive manufacturing data exchange standards for re-distributed manufacturing**، Progress in Additive Manufacturing، doi.org/10.1007/s40964-019-00085-7.

13- Pérez M. Puerto Pérez- ، Emilio Gómez and Miguel A. Sebastián، (2018)، **Delphi Prospection on Additive Manufacturing in 2030**: Implications for Education and Employment in Spain، Materials، 11، 1500; doi:10.3390/ma11091500.

14- Shah Satya ،Steffano Mattiuzza، (2018)، **Adoption of Additive Manufacturing Approaches:** The Case of Manufacturing SMEs، Conference: 2018 IEEE International Conference on Engineering، Technology and Innovation (ICE/ITMC).

الخاتمة

يقدم هذا الكتاب اطار نظري وتطبيقي متميز عن نظم التصنيع المتكاملة بواسطة الحاسوب (CIMs)، والتي تنطوي تحت مضلة ادارة الانتاج والعمليات .... ويقدم الكتاب عرض واضح لمفاهيم وموضوعات حديثة جدا في نظم التصنيع المتكاملة بواسطة الحاسوب تستند الى مراجع علمية متميزة فضلاً عن اضافات وتحليل وابداء اراء مؤلفية في فلسفة هذه النظم ومنطلقاتها الفكرية ومتطلباتها التطبيقية.

ان ما يميز هذا الكتاب هو عدم تناول الافكار التقليدية في ادارة الانتاج والعمليات التي تكررت في المئات من الكتب وانما تناول الكتاب مفاهيم معاصرة في نظم التصنيع الحديثة تنطوي مضامينه على فلسفة الانتاج والعمليات في العصر التصنيعي(4.0) المتمثلة بالعمليات التصنيعية الذكية ، كما تناول الكتاب امثلة تطبيقية وبخطوات مفهومة وسهلة.

اننا نضع هذا الكتاب بين يدي المستفيدين (طلبة علم، باحثين، اكاديميين، قيادات شركات صناعية) لتأملو مفاهيمه ونظمه المتسلسلة ، املين الاستفادة منه اكاديمياً وعملياً ، ونرى ان الكتاب هو اضافة علمية للفكر التصنيعي بعونه تعالى.

المؤلفان

قائمة المحتويات







شركة دار الأكاديميون للنشر والتوزيع
عمان - الأردن
تلفاكس: 5330508 6 962+
E.mail:academpub@yahoo.com

الرَمـال للنشر والتوزيع
عمان - الأردن
مقابل البوابة الرئيسية للجامعة الأردنية
تلفاكس :08 05 533 6 962+
E.mail:alremalpub@live.com

9 789923 270882